

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## **Prizmaticky poháněný váleček**

### **Prismatic Driven Roller**

Student:

Václav Ruttkay

Vedoucí bakalářské práce:

Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.

Ostrava 2013

## Zadání bakalářské práce

Student: **Václav Ruttkay**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 21 Konstrukce výrobních strojů a zařízení  
Téma: **Prizmaticky poháněný váleček**  
**Prismatic Driven Roller**

### Zásady pro vypracování:

Navrhněte prizmaticky poháněný váleček s přítlakem pro dopravu ocelových loupaných tyčí do defektoskopu. Průměr dopravovaných tyčí je  $(10 \div 130)$  mm. Maximální rychlost 2 m.s<sup>-1</sup>. Pohon válečků volte pomocí elektropřevodovky. Pro přítlak volte přímočarý pneumatický motor.

### Vypracujte:

1. Technickou zprávu s popisem funkce navrhovaného zařízení se všemi nezbytnými výpočty.
2. Konstrukční návrh prizmatického poháněného válečku.
3. Pevnostní kontrolu důležitých uzlů.
4. Detailní výrobní výkres vybrané součásti.

### Seznam doporučené odborné literatury:

ČSN 01 6910. *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český normalizační institut, srpen 1997. 36 s.  
NĚMČEK, M.: *Řešené příklady z částí a mechanismů strojů*. 2. vydání. Skripta VŠB-TU Ostrava, 2008, ISBN 978-80-248-1782-8.  
Leinveber, J., Řasa, J., Vávra, P. *Strojnické tabulky*. 3. vyd. Praha: Scientia, 1999, 985 s. ISBN 80-7183-164-6.  
Firemní podklady.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Oldřich Učeň, Ph.D.**

Datum zadání: 14.12.2012

Datum odevzdání: 20.05.2013



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě

18.5.2013

Ratkeay

podpis studenta

Prohlašuji, že

- Jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на вѣдомі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB-TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на вѣдомі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě

18.5.2013

Ruttkay

podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce:

Václav Ruttkay

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Oldřichovice 586, Třinec, 739 61

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

RUTTKAY, V. *Návrh prizmaticky poháněného válečku s přítlakem: bakalářská práce.* Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a zařízení, 2013. Vedoucí práce: Učeň O.

Bakalářská práce se zabývá návrhem prizmaticky poháněného válečku s přítlakem, který je součástí defektoskopické linky. V první kapitole se budu zabývat defektoskopií jako takovou. V další kapitole obracím pozornost na popis defektoskopické linky a její problematiky. Dále již uvádím konkrétní výpočty a návrh válečku motoru a řemene. Hlavním cílem práce je změna zvedacího stolu linky na systém třech válečků spojených s rameny. Příloha obsahuje sestavný a dílenský výkres stroje.

## **ANOTATION OF BACHELOR'S THESIS**

Draft of prismatic driven roller thrust: Thesis. Ostrava: VSB - Technical University of Ostrava, Faculty of Engineering, Department of Production Machines and Equipment, 2013. Supervisor: Učeň O.

This bachelor's thesis deals with a prismatic driven roller thrust which is a part of a defectoscopy line. In the first chapter I will discuss flaw detection as such. In the next chapter I turn attention to the description of the flaw detection line and its problems. Furthermore, I state specific calculations and the design of the roller for the motor and belt. The main aim of the bachelor's thesis is to change the lift table of the line into the system of three rollers connected by arms. The appendix contains the plan and workshop drawings of the machine.

**Obsah**

SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ .....	2
ÚVOD.....	5
1. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY .....	6
1.1. Defektoskopie .....	6
1.1.1. Zkušební metody defektoskopie .....	7
2. DEFEKTOSKOPICKÁ LINKA .....	15
2.1. Technický popis zařízení.....	15
2.2. Charakteristika zkoušeného materiálu .....	17
2.3. Vlastní řešení podávací jednotky .....	18
3. VÝPOČET.....	22
3.1. Výpočet válečků .....	22
3.1.1. Rychlost a síla válečků .....	22
3.2. Výpočet řemenového převodu a pohonu .....	24
3.2.1. Návrh výpočtu průměru řemenice $D_1$ a $D_2$ .....	25
3.2.2. Návrh výpočtu průměru řemenice $D_1$ a $D_2$ .....	26
3.2.3. Návrh osově vzdálenosti .....	28
3.2.4. Určení délky řemene .....	29
3.2.5. Skutečná osová vzdálenost: $Ask[mm]$ .....	30
3.2.6. Stanovení potřebného počtu řemenů.....	30
3.2.7. Specifikace navrženého řemene .....	31
3.2.8. Výpočet a význam předpětí řemene .....	31
3.2.9. Návrh klínové řemenice .....	34
3.3. Výpočet přítlaku .....	39
3.3.1. Přítlak .....	40
3.3.2. Korekce tyčí.....	41
4. PEVNOSTNÍ KONTROLA KRITICKÝCH MÍST KONSTRUKCE .....	42
ZÁVĚR .....	47
SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ .....	48
SEZNAM PŘÍLOH.....	50

## SEZNAM POUŽITÝCH ZNAČEK A SYMBOLŮ

Označení	Jednotka	Význam
$v$	$m/s$	rychlost tyče
$d_v$	$m$	Průměr válečku
$n_2$	$ot/min$	rychlost válečku
$f_h$	$N$	hnací síla
$f$	-	součinitel smykového tření
$M_{k2}$	$N \cdot m$	krouticí moment válečku
$\omega$	$rad$	úhlová rychlost
$P_{1v}$	$W$	výkon jednoho válečku
$P_{3v}$	$W$	celkový výkon tří válečku
$D_1$	$mm$	průměr malé řemenice
$D_2$	$mm$	průměr velké řemenice
$i$	-	převodový poměr řemene
$i_{sk}$	-	skutečný převodový poměr
$v_2$	$m \cdot s$	obvodová rychlost velké řemenice
$A_{min}$	$mm$	minimální osová vzdálenost
$A_{max}$	$mm$	maximální osová vzdálenost
$A_{sk}$	$mm$	skutečná osová vzdálenost
$\alpha$	$^\circ$	úhel opásání
$\gamma$	$^\circ$	Doplňkový úhel
$L'_p$	$mm$	předběžná geometrická délka řemene
$L_p$	$mm$	délka řemene
$K$	-	celkový počet řemenu
$N_p$	$kW$	skutečný výkon přenášený 1 řemenem
$C_\alpha$	-	součinitel vlivu úhlu opásání
$C_L$	-	součinitel vlivu délky řemene
$C_p$	-	součinitel dynamičnosti a pracovního režimu
$N_o$	$kW$	ideální jmenovitý výkon na 1 řemen
$P_{IM}$	$kW$	výkon motoru
$C_k$	-	součinitel počtu řemenů v převodu
$F$	$N$	obvodová síla

---

$f_{\tilde{r}}$	-	součinitel vláknového tření
$f_0$	-	součinitel suchého smykového tření
$f_k$	-	součinitel tření
$\alpha_{\tilde{r}}$	-	úhel drážky řemenice
$\hat{\alpha}$	<i>rad</i>	Úhel opásání
$F_o$	<i>N</i>	potřebné předpětí řemene
$A_{2min}$	<i>mm</i>	minimální osová mez vzdálenost
$A_{2max}$	<i>mm</i>	maximální osová mez vzdálenost
$M$	<i>mm</i>	šířka věnce řemenice
$\tau_D$	<i>N</i>	namáhání v krutu
$d_1$	<i>mm</i>	Průměr vrtání malé řemenice
$M_k$	<i>N·m</i>	krouticí moment velké řemenice
$l$	<i>mm</i>	délka péra
$p_{D2}$	<i>Mpa</i>	dovolený měrný tlak
$I_z$	-	převodový poměr pohonu
$n_1$	<i>ot/min</i>	výstupní otáčky elektropřevodovku
$M_{kM}$	<i>N·m</i>	krouticí moment elektropřevodovku
$n_{vsk}$	<i>ot/min</i>	skutečna otáčky válečku
$v_{sk}$	<i>m/s</i>	skutečná rychlost tyče
$F_{př}$	<i>N</i>	přítlačná síla
$i_p$	<i>mm</i>	počet válečku
$F_{ps}$	<i>kN</i>	maximální přítlačná síla
$Z_{ps}$	<i>mm</i>	maximální zdvih
$M_{ps}$	<i>N·m</i>	krouticí moment zvedacího systému
$d_{pp}$	<i>mm</i>	průměr pístu
$Z_{pp}$	<i>mm</i>	maximální zdvih pístu
$d_2$	<i>mm</i>	Průměr vrtání velké řemenice
$t_{11}$	<i>mm</i>	hloubka drážky v náboji malé řemenice
$t_{12}$	<i>mm</i>	hloubka drážky v náboji velké řemenice
$l_1$	<i>mm</i>	délku péra malé řemenice
$l_2$	<i>mm</i>	délku péra velké řemenice
$b_1$	<i>mm</i>	šířka péra malé řemenice

---



$b_2$	$mm$	šířka péra velké řemenice
$F_c$	$N$	celková přitlačná síla

## ÚVOD

Tato bakalářská práce byla vytvořena ve spolupráci s podnikem STROJÍRNY TRINEC a.s. a zabývá se návrhem prizmaticky poháněného válečku s přitlakem defektoskopické linky PS-01.

Stroj tohoto typu slouží jako podavač do defektoskopického zařízení. Podavače jsou většinou vícenásobné a plní tak funkci defektoskopické linky. Defektoskop slouží k nedestruktivní kontrole trubek, ve kterých odhalují příčné a podélné vady.

Cílem této práce bylo navrhnutí prizmatického válečku, ale tato cesta se po pár neúspěšných pokusech zdála špatná, a bylo ji třeba změnit. A proto jsem návrh systému tří válečků propojených rameny. Přítlak je řešen pomocí pneumatického válečku. Nastavitelnost průměru tyčí poskytuje zvedák.

# 1. NEDESTRUKTIVNÍ ZKOUŠKY

## 1.1. Defektoskopie

Defektoskopie je metoda pro vyhledávání povrchových i vnitřních poruch materiálu aniž by došlo jejímu dalšímu porušení. Defektoskopické metody jsou: ultrazvukové, akustické, rentgenové, magnetické (indukční) a další jiné metody. Metody jsou používané například pro kontroly vstupních hutních materiálů pro výrobu nebo výstupní kontroly ocelových výrobků.

Nedestruktivní kontrola materiálu – defektoskopie je významným prvkem pro kontroly materiálů, hotových výrobků i řízení jakosti v průmyslu, u výrobních firem, které v rámci zvyšování kvality svých výrobků musí provádět důslednou kontrolu finálních materiálů a hotových výrobků.

Tyto nedestruktivní metody pomáhají výrobcům rychle odhalovat skryté výrobní vady, které i při dnešních výkonných technologiích nelze vyloučit.

Stanovením zkušebních kritérií můžeme odhalit skryté poruchy materiálu, popřípadě jejich části a tím můžeme předcházet vzniku možných poruch na finálních výrobcích. Zkoušený výrobek se buď vymění, nebo se může ponechat dál v činnosti jako spolehlivý. Tímto provozovatelé mohou značně šetřit náklady na odstranění poruch svých zařízení a následků havárie, nebo na neodůvodněnou výměnu nové součásti.

To nejsou určité zanedbatelné důvody, pro použití tohoto nového rozvíjejícího se oboru kontroly jakostí materiálů a výrobků. V souvislosti se zákonem č.22/1997Sb. je výrobce zodpovědný za kvalitu a zároveň za bezpečnost svých výrobků. Odpovědnost je plně dána na straně výrobců. Z toho důvodu musíme posilovat tento systém kontroly a řízení jakostí s používáním této technologie.

Výsledkem prováděné defektoskopické kontroly je protokol, v němž jsou zaznamenány všechny naměřené hodnoty v souladu na předem stanovené zkušební kritéria, která jsi odběratel stanovil pro potřeby vhodností či nevhodností daného výrobku [1].

### 1.1.1. Zkušební metody defektoskopie

#### Rozdělení metod defektoskopie

1) Pro povrchové vady máme tyto metody:

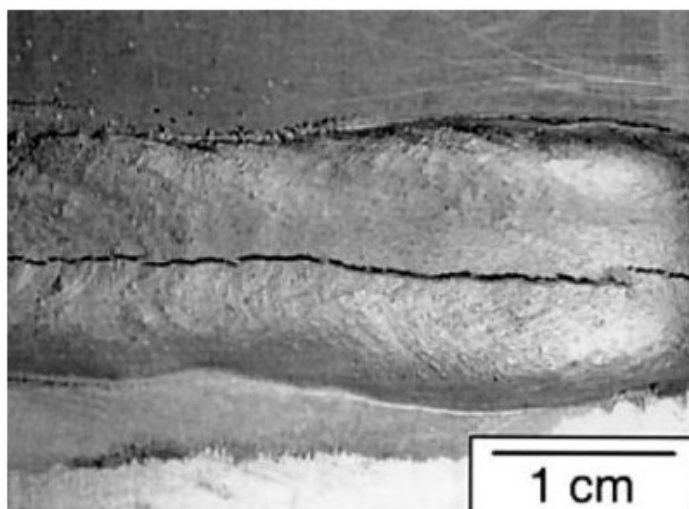
- Vizuální kontrola
- Kapilární zkouška
- Magnetická zkouška

2) Pro vnitřní vady používáme následující metody:

- Magnetická zkouška
- Radiografická zkouška
- Ultrazvuková zkouška

- **Vizuální kontrola**

Je nejjednodušší defektoskopickou metodou pro kontrolu, kde zjišťujeme výskyt různých povrchových vad u výrobků (trhliny obr. 1, koroze, praskliny obr. 2). Tato metoda je zařazována před použitím dalších nedestruktivních zkoušek [4].



**Obrázek 1: Podélná trhlina[2]**



**Obrázek 2: Prasklina [3]**





- **Kapilární zkouška**

Kapilární zkoušení materiálů je jedno z nejstarších defektoskopických metod. Táhle zkouška byla vypracovaná pro těsnost spojů a odlitků pomocí petroleje a vápenného mléka. Uvedené zkoušky jsou určeny pro zkoušení různých povrchů materiálů (obr. 3). Zkouška je velice často požadována pro svou operativnost i všestrannost. Rozsah této zkoušky je pro různá použití od výrobků z oceli, neželezných kovů až po materiály nekovové. U dané zkoušky používáme barevné i fluorescenční detekční prostředky pro odhalení různých trhlin a vad na různých plochách zkoušených dílů [4].



**Obrázek 3: Kapilární zkouška[4]**

Využívá se kapilárně aktivní schopnost detekční kontrastní kapaliny. Kontrastní kapalina po nanesení na zkoušené povrchy pronikne do mikrotrhlin. Po odstranění přebytku kapaliny ze zkoušené plochy a vlivem působení kapilárních sil z necelistvostí k povrchu začne zbytková kapalina vzlínat. Indikaci vzlínání můžeme zvýraznit pomocí kontrastní vývojky, nebo s využitím fluorescenční detekční kapaliny (obr. 4). Následně můžeme provést osvit ultrafialovým zářením [4].

Krok	Obrázek	Komentář
0		Zkoušený materiál před nanesením indikační kapaliny
1		Na zkoušený materiál se nanese (nebo se do ní ponoří) indikační kapalina (na určitý čas)
2		Povrch zkoušeného materiálu se očistí (opláchne a osuší) od indikační kapaliny, která už vnikla do "vady"
3		Na povrch materiálu se nanese detekční kapalina, která učiní vadu viditelnou

Obrázek 4: Postup kapilární zkoušky[5]

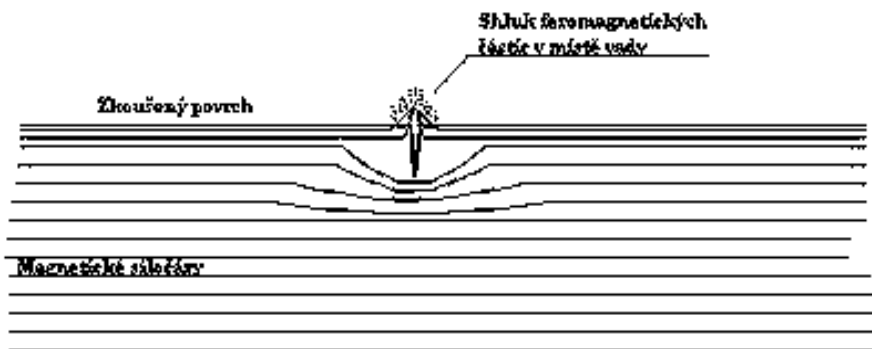
- **Magnetická zkouška**

Magnetická zkouška je založena na fyzikálním jevu. Popisuje chování magnetických siločar působících na povrchu materiálů. Siločáry si můžeme představit jako uzavřené křivky mezi dvěma magnetickými póly. Magnetická zkouška prášková (zkouška rozptylovými toky), pomoci ní zjišťujeme povrchové nebo podpovrchové vady ve feromagnetických materiálech. Feromagnetické materiály jsou železo, kobalt a nikl.

Při provedení zkoušky se vady zviditelní tak, že u zkoušeného vzorku se předmět zmagnetizuje. V místě vady se vlivem zmenšeného průřezu dostanou magnetické siločáry nad povrch zkoušeného vzorku (obr. 5). Magnetické siločáry zachytí feromagnetický prášek. Tento feromagnetický prášek je na povrch součásti dopravován v průběhu zkoušky a má vůči povrchu zkoušené součásti kontrastní barvu.

S ohledem na předpokládanou orientaci vad volíme způsoby magnetizace. Tato metoda je nejcitlivější na povrchové vady kolmé ke směru siločar. Pro magnetizaci se využívá střídavého, nebo stejnosměrného proudu. Magnetizace střídavým proudem vytváří siločáry poblíž povrchu součástí (tzv. SKIN efekt, je závislý na vlastnostech materiálu a frekvencích zkušebního proudu).

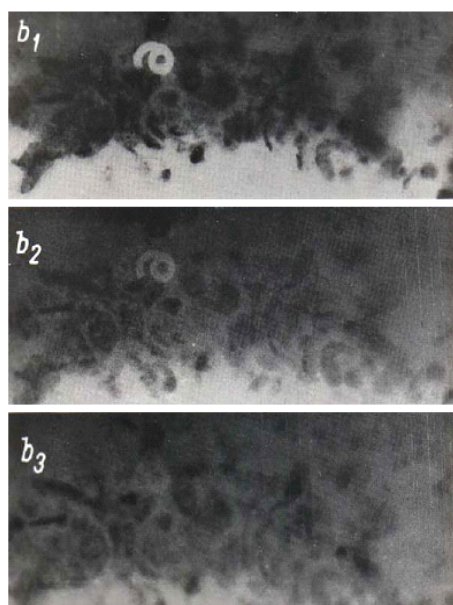
Při použití magnetizace stejnosměrným proudem je docíleno rovnoměrné zmagnetování celého průřezu součásti což umožňuje i nalezení podpovrchových vad. Nevýhodou této zkoušky je vyšší hodnota zbytkového magnetizmu, který zůstává na zkoušené součásti. Zbytkový magnetizmus může negativně ovlivnit životnost ložisek, nebo proces svařování. Zohledňujese při předepisování elektromagnetických zkoušek. Proto bývá součástí při provedení zkoušky i požadavek zabezpečit provedení demagnetizace [4].



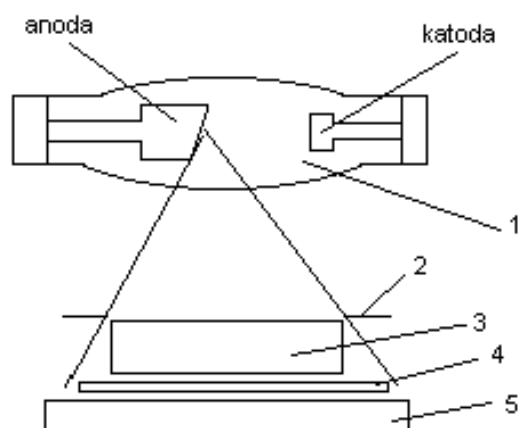
Obrázek 5: Magnetická zkouška [4]

- **Radiografická zkouška**

Radiografická zkouška nebo prozařování kovových či nekovových materiálů se používá pro zjišťování vnitřní nehomogenity v materiálech (obr. 7). Tato metoda je postavena na rozdílném zeslabení rentgenového záření, nebo gama záření při průchodech přes materiál v místě vad, oproti oblasti bez jakýkoliv vad. Rozdíl je způsobený oblastí vad materiálu na intenzitě prošlého záření. Rozdíl se zachycuje vhodným způsobem – např. film (obr. 6). Vzniklý rozdíl se projeví změnou na filmu v odlišně černé barvě po vyvolání. Obraz vady je možné dále vyhodnocovat na základě velikosti, tvaru a zčernání [4].



Obrázek 6: Radiografický film [3]



Obrázek 7: Schéma radiografické zkoušky [4]



Popis Radiografické zkoušky

- 1) Zdroj napětí
- 2) Masky (clona)
- 3) Kontrolovaný předmět
- 4) Kazeta s filmem
- 5) Olověná deska

- **Ultrazvuková zkouška**

Metoda je vhodná pro použití k zjišťování vnitřních vad svarů, nedokonalého přilnutí u návarů a kompozitních materiálů. Můžeme tak touto metodou provádět ultrazvukovou kontrolu kovů, slitin, plastických hmot, jejich svarů apod. Metodou lze též zjišťovat tloušťku neznámého materiálu (např. trubky, plechy, odlitky atd.).

Používá se taky pro zjištění vnitřní nehomogenity v produktech. Metoda je založena na principu odrazu ultrazvukových vln na rozhraní dvou různých prostředích s rozdílnými akustickými vlastnostmi. Ultrazvuk se do zkoušeného materiálu vysílá pomocí sondy v krátkých impulsech. Časové zpoždění a velikost odezvy se vyhodnocuje na monitoru ultrazvukového přístroje a my tak můžeme z nich zjistit velikost a umístění místa odrazné plochy, v našem případě vady. Vadami chápeme různé trhliny, nehomogenity či různé skryté vady uvnitř materiálu.

Ultrazvuková zkouška nejlépe zjišťuje vady, které jsou orientovány kolmo ke svazku.

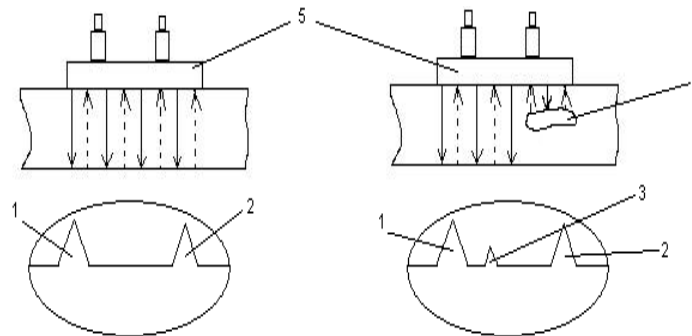
V praxi se ultrazvukové vlny využívají jako tloušťkoměry, tvrdoměry. S měřením rychlostí šíření vln lze zjistit záměny materiálu, tak i kvalitu zkoušeného materiálu. Další možnosti použití je měření protažení šroubů při dotahování u speciálních provedení [4].

Metody ultrazvukové defektoskopie

- 1) Odrazová
- 2) Průchodová
- 3) Rezonanční
- 4) Umožňující zviditelnění vnitřních vad

### 1) Odrazová metoda

Do ověřovaného předmětu se vysílají ultrazvukové impulzy různé intenzity (obr. 8), které se odráží od povrchu předmětu a jeho vnitřních vad, po odrazu v materiálu se ultrazvukové vlny vrátí s různou intenzitou na stejnou nebo jinou sondu [4].

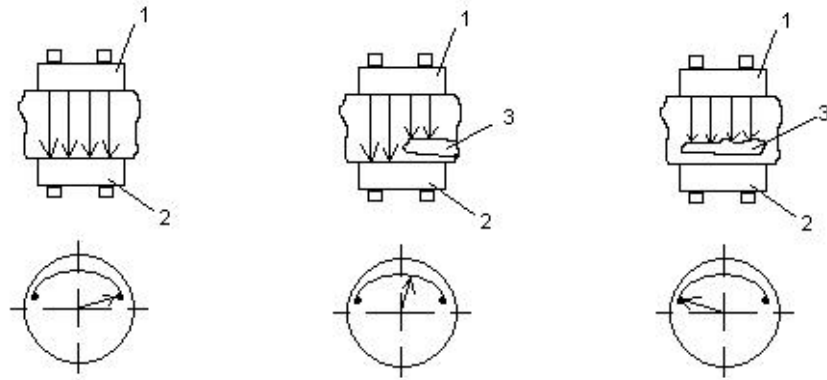


Obrázek 8: Schéma odrazové metody [4]

- a) Počáteční echo
- b) Koncové echo
- c) Poruchové echo
- d) Vada v materiálu
- e) Vysílací i přijímací sonda

### 2) Průchodová metoda

Hodnoty se mění na základě ultrazvukové energie, která prochází zkoušeným předmětem. Základem je měření hodnot ultrazvukové energie (obr. 9), která projde zkoušeným předmětem. Pracuje se s dvěma sondami (vysílač, přijímač). Metoda je vhodná pro zkoušení materiálu menších tloušťek a je omezena pouze na zkoušení předmětů přístupných z obou stran. Využívá se zejména při kontrole plechů, plátovaných materiálů [4].

**Obrázek 9: Schéma průchodové metody [4]**

### **3) Rezonanční metoda**

Pomocí této metody se do zkoušeného materiálu vysílají ultrazvukové vlny o frekvencích, které se mění, jestliže se tloušťka předmětu rovná celistvému násobku poloviční délky vlny vysílaného ultrazvuku. Poté vznikne v předmětu stojaté vlnění. Ke zkoušce materiálu stačí přístup pouze z jedné strany. Metoda je určena hlavně pro měření tloušťek stěn asi od 0,1 do 100 mm a pro zjišťování vad rovnoběžných s povrchem předmětu [4].

### **4) Metoda umožňující zviditelnění vnitřních vad**

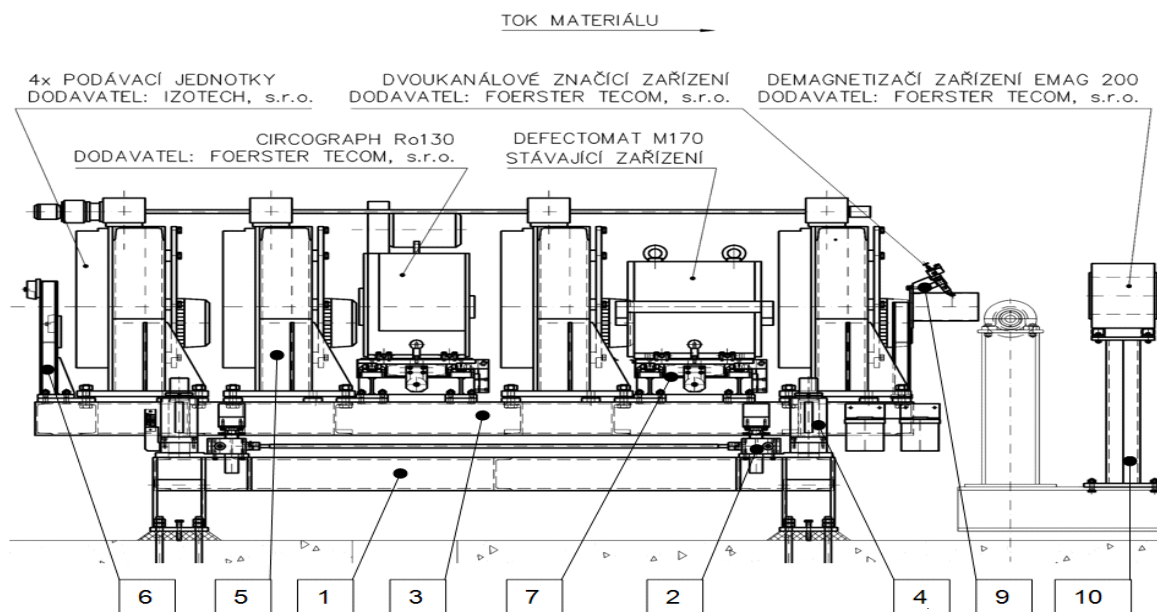
Naopak u této metody se ultrazvukové vlnění vysílá do zkoušeného předmětu spojitě. Princip metody vězí v průchodu ultrazvuku materiálem a ultrazvukovou optikou vytvářející podle zákonů geometrické optiky obraz eventuální poruchy na přijímači. Ten je přitom měničem obrazu, protože mění ultrazvukový obraz ve viditelný. Navíc tato metoda na rozdíl od předchozích metod umožňuje také zjistit nejen přítomnost vady, ale i její tvar, polohu uložení v materiálu a případně i její druh. V technické praxi se ale nachází malé uplatnění a to proto, že je nákladná, konstrukčně náročná a těžko přenosná [4].

## 2. DEFEKTOSKOPICKÁ LINKA

### 2.1. Technický popis zařízení

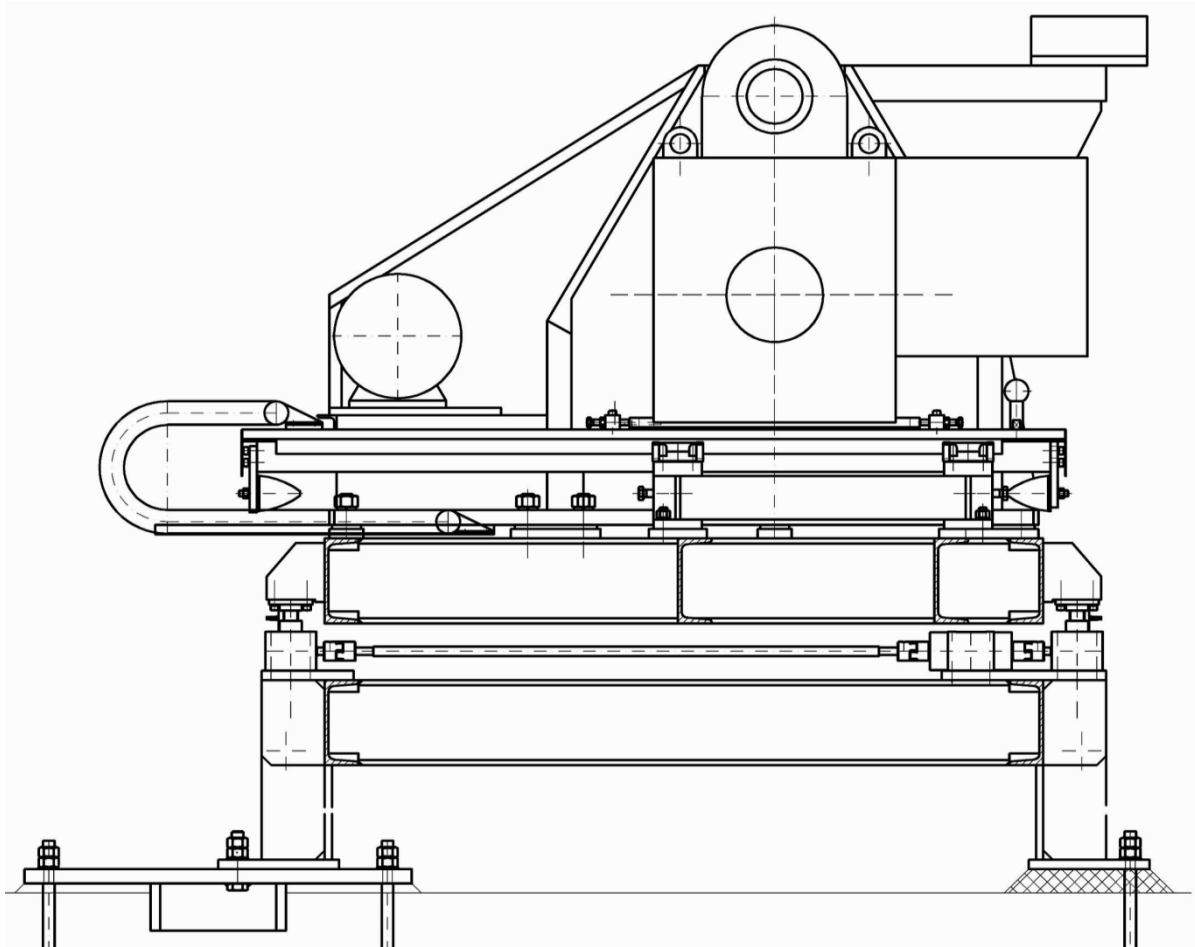
Defektoskopická linka (obr. 10,11,12), je zkušební zařízení skládající ze zvedacího defektoskopického stolu, na kterém jsou umístěny podávací jednotky. Takzvané výsuvné defektoskopické stoly obsahují snímací systémy. Za defektoskopickým stolem je na samostatném stojanu umístěno demagnetizační zařízení.

Zajištění průchodu zkoušeného materiálu do osy snímacího systému nám slouží zvedací zařízení stolu. Ten se skládá ze spodní a horní ocelové konstrukce rámu. Spodní rám (1) je pevně upevněný na betonovém základu. V horní ploše jsou namontovány přímočaré pohony (2), které zajišťují zdvih horního rámu. Přímočaré pohony jsou vzájemně propojeny pomocí hřídelí. Tyto pohony jsou poháněny třífázovým asynchronním elektromotorem umístěným na přímočarém pohonu. Nastavování výšky stolu je zajištěno speciálním inkrementálním rotačním čidlem. Horní poloha rámu (3) je při zdvihu zajištěna pomocí vodících tyčí (4), které jsou umístěny v rozích spodního rámu. Na konci vodících tyčí jsou nainstalovány matice sloužící jako pevný doraz, nebo při zašroubování jako pojistka vzájemné polohy spodního a horního rámu při transportu.



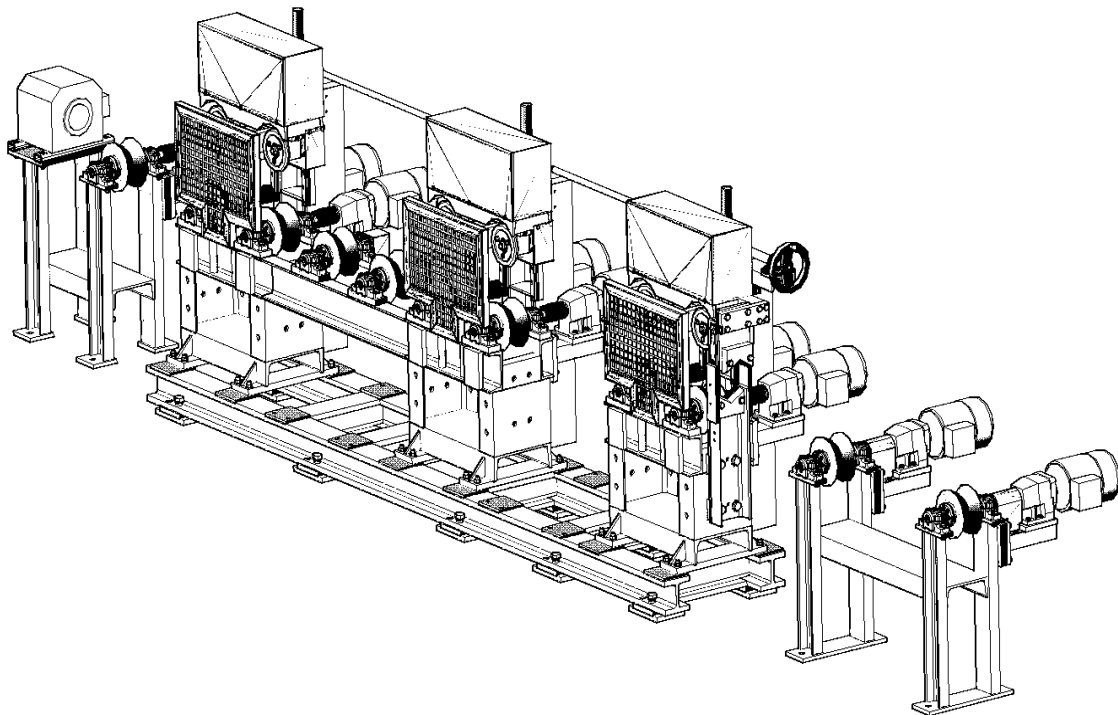
Obrázek 10: Schéma defektoskopické linky [6]

V opracované části plochy horního rámu (3) jsou upevněny čtyři podávací jednotky (5). Podávací jednotky zajišťují přesnost a rychlost vedení materiálu snímacími jednotkami. Kladky podávacích jednotek se nastavují, dle sortimentu tyčí. Nastavení je prováděno centrálně elektropohonem. První vstup podávací jednotky je chráněn vpustkou (6). Prostor mezi dalšími podávajícími jednotkami, tj. mezi druhou a třetí podávací jednotkou (ve směru pohybu materiálu) je na výsuvném stole (7) umístěno snímací rotační zařízení na zjišťování podélných vad materiálu CIRCOFLUX Ro 130 firmy Foerster. Mezi třetí a čtvrtou podávací jednotkou je na výsuvném stole umístěno stávající snímací zařízení na příčné vady materiálu DEFECTOMAT M170 firmy Foerster. Výsuvné stoly (7) jsou ovládány ručně. Ruční ovládání slouží k vysunutí z pracovní do servisní polohy. Pohyb stolu je zabezpečen dvojicí lineárních vedení až po gumový doraz. Krajní polohy stolu jsou vybaveny bezpečnostní aretacemi. Propojení mezi výsuvným stolem a pevnou částí se zajišťuje přes energetický řetěz (8).



Obrázek 11: Schéma defektoskopické linky [6]

Za čtvrtou, poslední, podávací jednotkou je konzole umístěna na osazených automatických dvoukanálových značicích zařízeních firmy Foerster (9). Tyto umožňují značení vadných materiálů: 1 barvou pro vady od CIRCOGRAPHU, 2 barvou pro vady od DEFECTOMATU. Demagnetizační zařízení je umístěno na samostatném stojanu (10). Ten je připevněn k rámu stávajícího dopravníku [6].



Obrázek 12: Schéma defektoskopické linky [6]

## 2.2. Charakteristika zkoušeného materiálu

U této linky můžeme za zkoušený materiál považovat feromagnetickou a austenitickou ocel a neželezné kovy za předpokladu, že nepravidelné strukturální změny nebo významnější segregace ve zkoušené trubce nejsou přípustné.

Stav povrchu může být rovnaný, lesklý, tažený, loupáný, broušený, bez volných šupin, pilin, kovového prachu a tekutin, nebo lepší kvality.

Jestliže zkoušený materiál je trubka, tak její oba konce musí být bez otřepů a řezané v pravouhlém úhlu na osu.

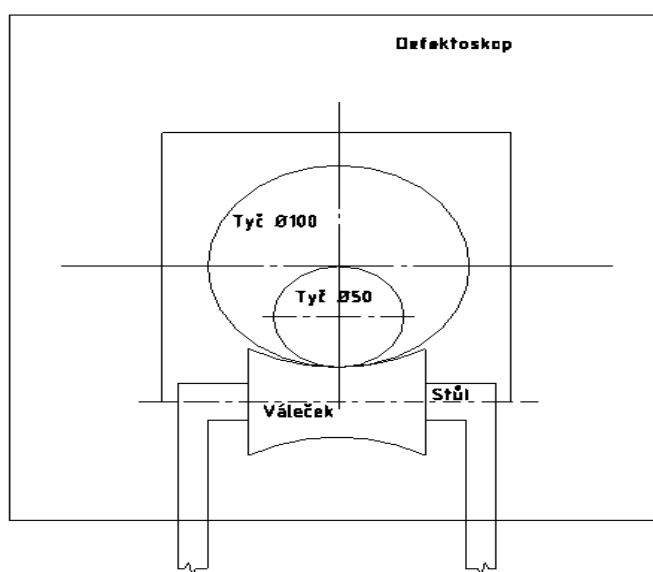
Tolerance přímosti musí být maximálně 1 mm/m, ale ne víc než 10 mm/m na celkovou zkoušenou délku.

Tolerance průměru a ovality musí odpovídat normě DIN a teplota zkoušeného dílu nesmí přesahovat 60°C, kde teplota je stála bez lokálních změn, které nejsou přípustné [6].

### 2.3. Vlastní řešení podávací jednotky

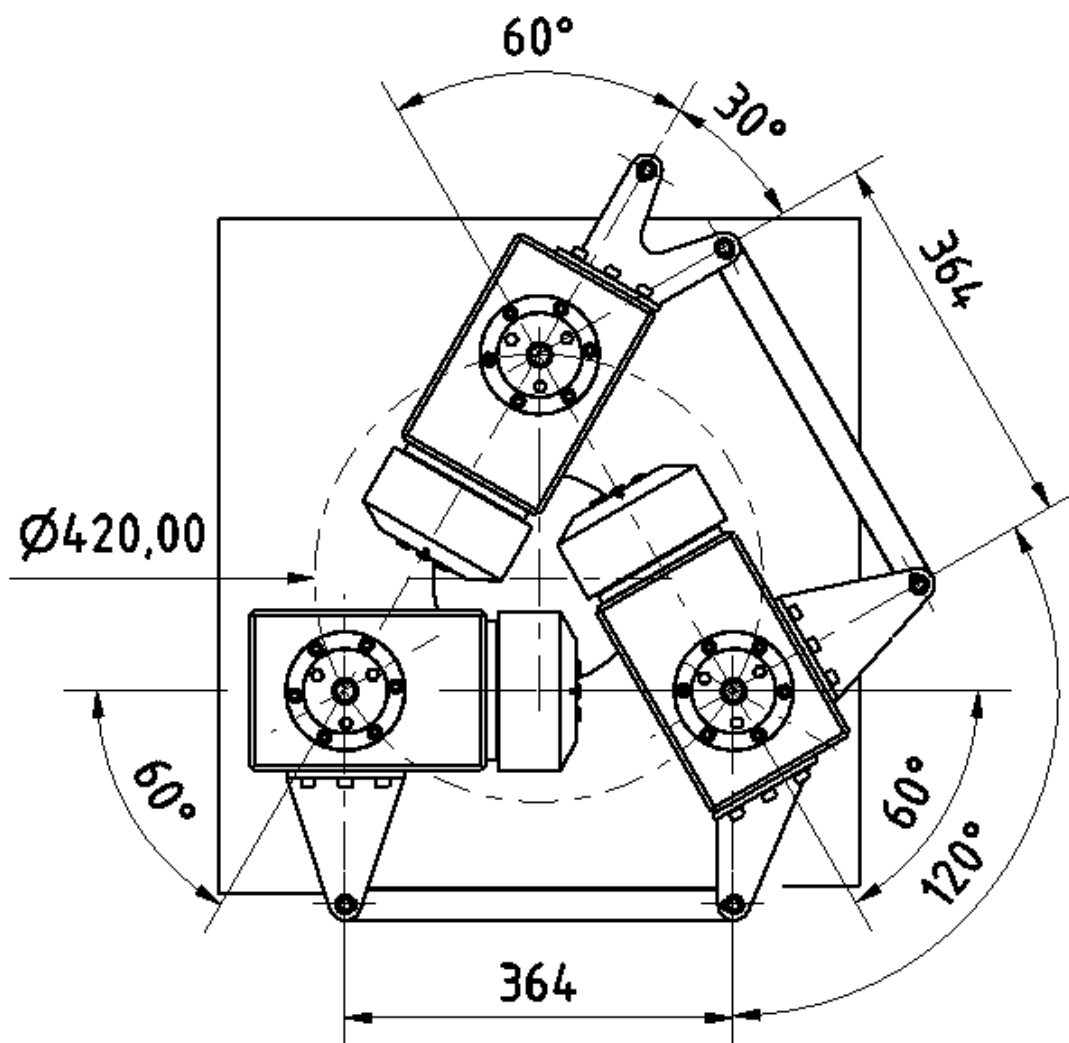
Cílem této bakalářské práce je vypracování nového způsobu podávacích jednotek defektoskopické linky. Stávající podávací jednotka je založena na prizmatických válečcích a zvedacím stole. Tento stávající princip podavače nebyl vhodný pro provoz, kde je často měněn průměr tyče. Při změně tyče bylo nutno pomoci zvedacího stolu výškově nastavit osy nové tyče s osou otvoru pro vstup do defektoskopického zařízení (obr. 13).

Proto jsem navrhl nový systém dopravy tyče, pomoci tří válečků s přtlakem, kde potřebný přtlak bude vyvozen pneumatickým válcem. Změnu tečných vzdáleností válečků bude zajišťovat šroubový zvedák, který slouží k velmi přesnému nastavování a který je poháněn motorem. Ve válečku je umístěny kuželový ozubený převod, který je pomocí hřídele a věnce napojen na řemenový převod. Pohon tří válečků zajišťuje elektro převodovka NORD.



Obrázek 13: Schéma problematiky zvedacího stolu

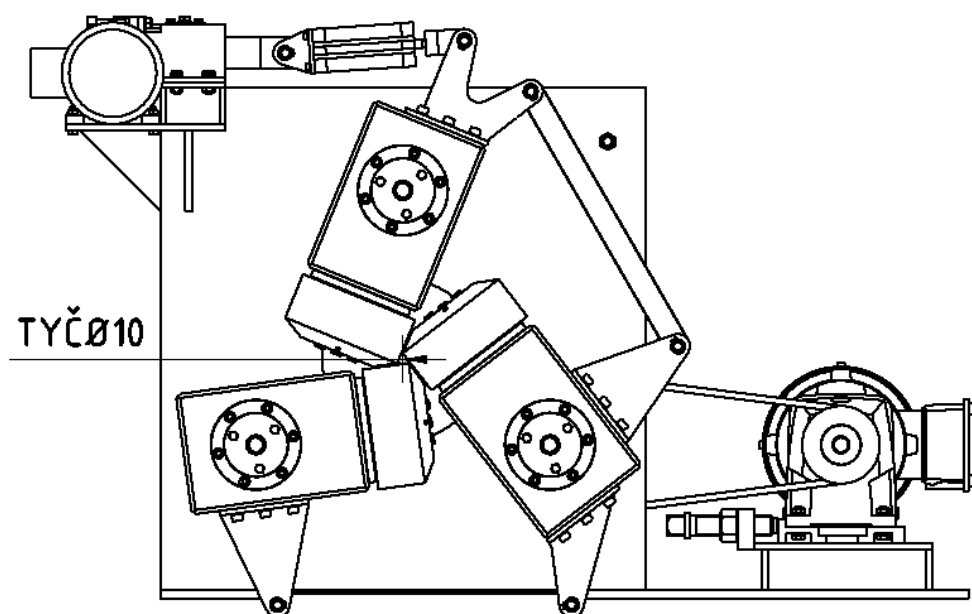
Bylo nutné vymyslet polohy válečků a ramen, které při změně průměru tyče budou stále fungovat (obr. 13). Problémem tohoto systému válečku bylo nalezení vhodných úhlů ramen s válečky, tak aby se délka ramen neměnila a nemuselo se používat teleskopických ramen.



Obrázek 14: Schéma ramen pro tyč o  $\varnothing 10$  mm

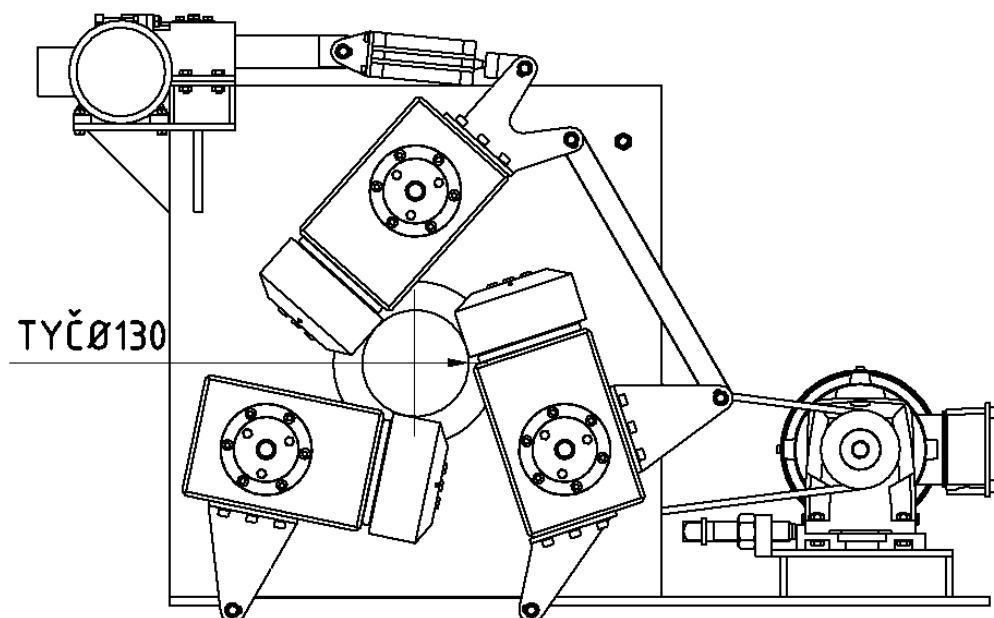
Požadavkem bylo, aby podávací jednotka byla schopna dopravovat tyče v rozmezí průměrů 10-130 mm do defektoskopického zařízení. Na obrázku 14 můžete vidět pozice válečků při podávání tyčí o průměru 10 mm.





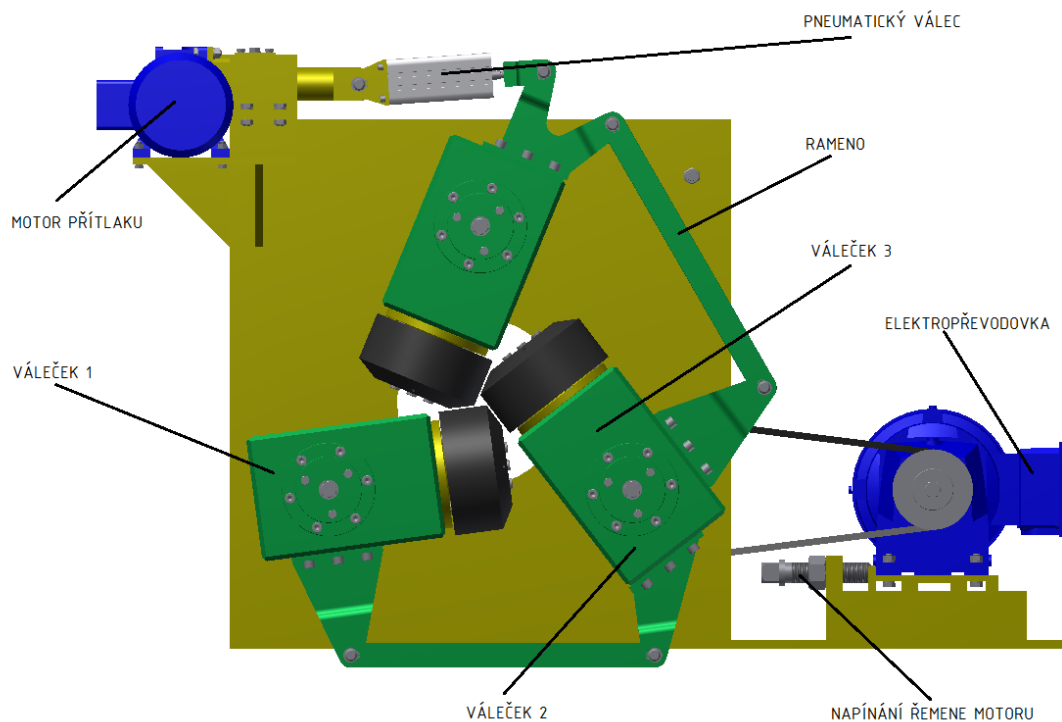
Obrázek 14: Schéma ramen pro tyč o  $\phi 10$  mm

Na obrázku 15 můžete vidět pozice válečků při podávání tyčí o průměru 130 mm.

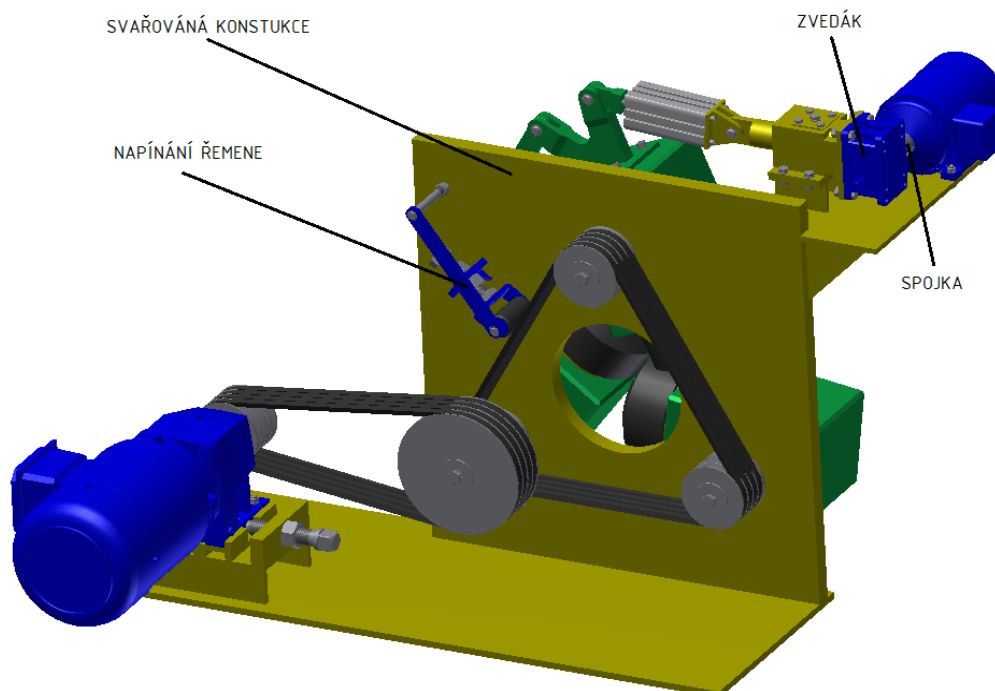


Obrázek 15: Schéma ramen pro tyč o  $\phi 130$  mm

Popis podávací jednotky defektoskopické linky.



Obrázek 16: Schéma podávací jednotky zepředu



Obrázek 17: Schéma podávací jednotky zezadu

### 3. VÝPOČET

#### 3.1. Výpočet válečků

Zadané hodnoty:

Maximální rychlost  $v = 2 \text{ m/s}$

Průměr válečku  $d_v = 0,15 \text{ m}$

##### 3.1.1. Rychlost a síla válečků

**Rychlost válečků  $n_2$  [ot./min]**

$$v = \pi \cdot d_v \cdot n_2$$

$$n_2 = \frac{v}{\pi \cdot d_v}$$

$$n_2 = \frac{2}{\pi \cdot 0,15}$$

$$n_2 = 254,4 \text{ ot./min}$$

**Hnací síla válečku  $F_h$  [N]**

$$F_h = F_{př} \cdot f$$

$$F_h = 500 \cdot 0,15$$

$$F_h = 75 \text{ N}$$

kde:

$$f = 0,15 \quad \text{součinitel smykového tření [7]}$$

**Krouticí moment válečku  $M_{k2}$  [N·m]**

$$M_{k2} = F_h \cdot \frac{d_v}{2}$$

$$M_{k2} = 75 \cdot \frac{0,15}{2}$$

$$M_{k2} = 5,625 \text{ N} \cdot \text{m}$$

**Úhlová rychlost  $\omega$  [rad/s]**

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot n_2$$

$$\omega = 2 \cdot \pi \cdot 4,24$$

$$\omega = 26,64 \text{ rad/s}$$

**Výkon jednoho válečku  $P_{1V}$  [W]**

$$P_{1V} = M_{k2} \cdot \omega$$

$$P_{1V} = M_{k2} \cdot \omega$$

$$P_{1V} = 149,85 \text{ W}$$

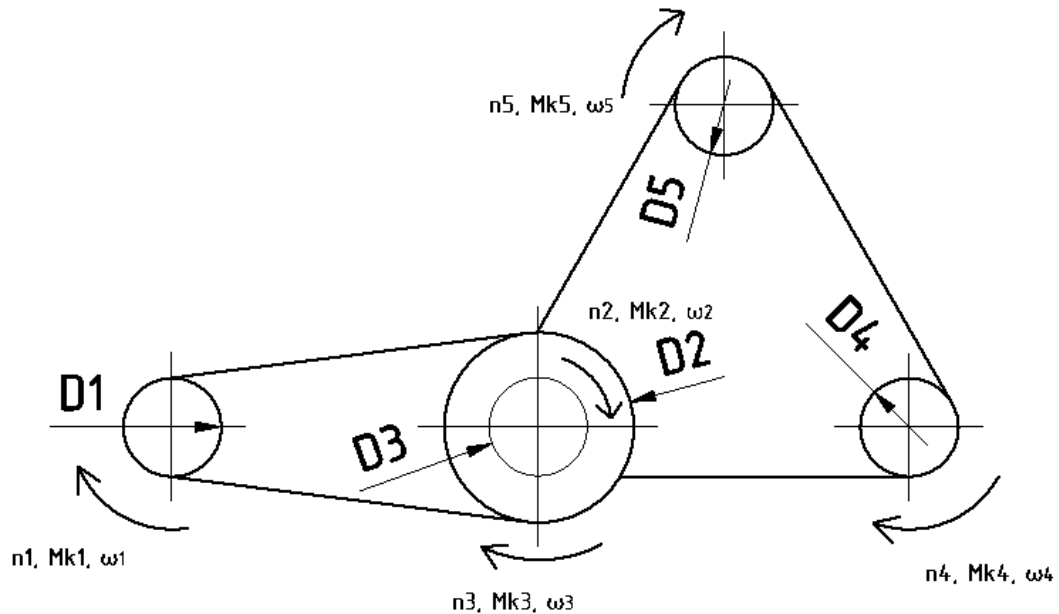
**Výkon tří válečků  $P_{3V}$  [W]**

$$P_{3V} = P_{1V} \cdot 3$$

$$P_{3V} = 149,85 \cdot 3$$

$$P_{3V} = 449,55 \text{ W}$$

### 3.2. Výpočet řemenového převodu a pohonu



Obrázek 18: Schéma řemenových převodů

#### Zadané hodnoty

Volím vhodný převodový poměr  $i = 2$  [-]

#### **Stanovení velikosti klasického průřezu klínového řemene:**

Volím typ řemene A dle [8] str. 537 ČSN02 3111

#### **Stanovení minimálního výpočtového průměru řemenice:**

Volím dle tab. 1- Minimální výpočtový průměr řemenice pro jednotlivé velikosti klasického průřezu klínového řemene.[8]

Průřez řemene A  $D_{1min} = 90 \text{ mm}$

**3.2.1. Návrh výpočtu průměru řemenice  $D_1$  a  $D_2$** 

$$D_2 = D_1 \cdot i$$

$$D_2 = 90 \cdot 2$$

$$D_2 = 180 \text{ mm}$$

**Skutečný převodový poměr  $i_{sk}[-]$**

$$i_{sk} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - 0,01)}$$

$$i_{sk} = \frac{180}{90 \cdot (1 - 0,01)}$$

$$i_{sk} = 2,02 [-]$$

Zadaná podmínka

$$i \cdot \left(1 - \frac{\Delta i}{100}\right) \leq i_{sk} \leq i \cdot \left(1 + \frac{\Delta i}{100}\right)$$

$$2 \cdot \left(1 - \frac{\Delta i}{100}\right) \leq 2,02 \leq i \cdot \left(1 + \frac{\Delta i}{100}\right)$$

$$1,96 \leq 2,02 \leq 2,04$$

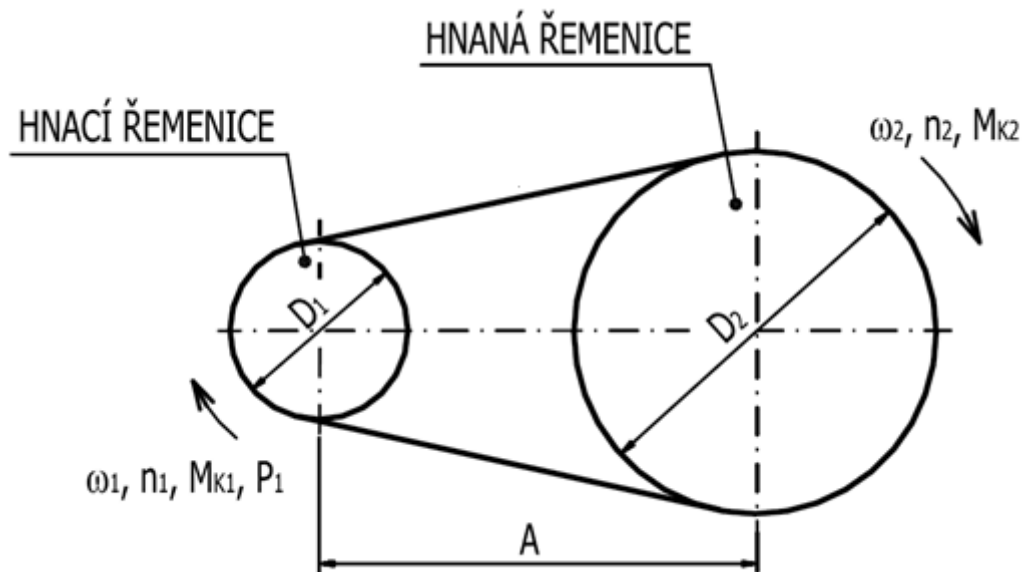
**Obvodová rychlost velké řemenice  $v_2[\text{m} \cdot \text{s}^{-1}]$**

$$v_2 = \frac{\pi \cdot D_2 \cdot n_2}{60}$$

$$v_2 = \frac{\pi \cdot 0,18 \cdot 254,4}{60}$$

$$v_2 = 2,39 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$$

### 3.2.2. Návrh výpočtu průměru řemenice $D_1$ a $D_2$



Obrázek 18: Schéma vodorovného převodu pomocí řemene [8]

#### Výpočet potřebných výstupních otáček převodovky

$$n_1 = n_2 \cdot i_{sk}$$

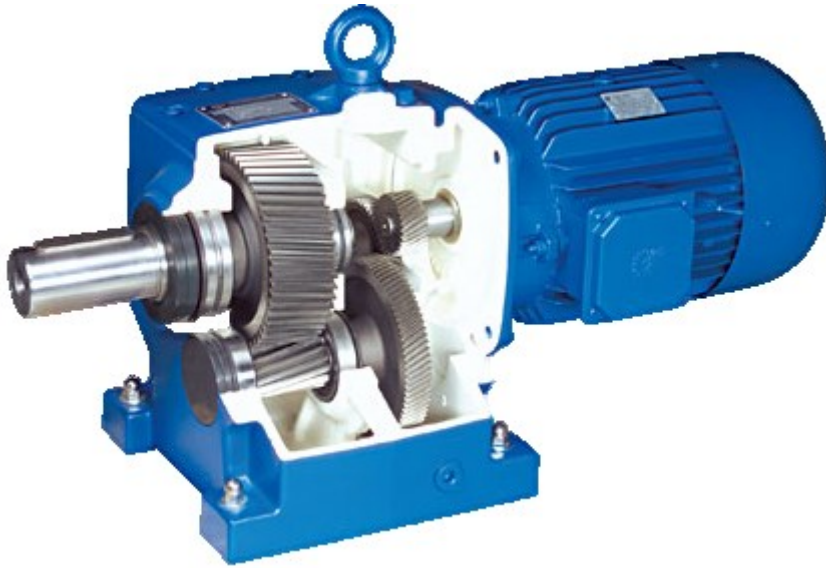
$$n_1 = 254,4 \cdot 2,02$$

$$n_1 = 514 \text{ ot/min}$$

#### Určení elektropřevodovky

Při návrhu elektro převodovky jsem se snažil co nejvíce přiblížit vypočítaným hodnotám.

Volím elektropřevodovku NORD: SK 21E-100L/4 [9] (obr. 19).



Obrázek 19: Elektro převodovka NORD: SK 21E-100L/4 [9]

Parametry zvoleného pohonu:

$P_{IM} =$	2,2 [kW]	výkon motoru
$i_Z =$	2,71 [-]	převodový poměr pohonu
$n_I =$	531 [min <sup>-1</sup> ]	výstupní otáčky elektro převodovky
$M_{kM} =$	40 [Nm]	krouticí moment elektro převodovky

**Skutečné otáčky válečkun<sub>vsk</sub>[ot/min]**

$$n_{vsk} = \frac{n_1}{I_{sk}}$$

$$n_{vsk} = \frac{531}{2,02}$$

$$n_{vsk} = 262,9 \text{ ot/min}$$



**Skutečná rychlost tyče  $v_{sk}$  [m/s]**

$$v_{sk} = \frac{\pi \cdot d_v \cdot n_{vsk}}{60 \cdot 1000}$$

$$v_{sk} = \frac{\pi \cdot 0,15 \cdot 262,9}{60 \cdot 1000}$$

$$v_{sk} = 2,06 \text{ m/s}$$

Jelikož výstupní parametry převodovky neodpovídají hodnotám požadovaným v zadání, je nutné použít frekvenční měnič, pomocí kterého je možné měnit rychlost tyče, dle skutečných požadavků.

**3.2.3. Návrh osové vzdálenosti****Minimální osová vzdálenost  $A_{min}$  [mm]**

$$A_{min} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (D_2 - D_1)$$

$$A_{min} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot (180 - 90)$$

$$A_{min} = 63,64 \text{ mm}$$

**Maximální osová vzdálenost  $A_{max}$  [mm]**

$$A_{max} = 2 \cdot (D_1 + D_2)$$

$$A_{max} = 2 \cdot (90 + 180)$$

$$A_{max} = 540 \text{ mm}$$

**Skutečná osová vzdálenost A [mm]**

Volím osovou vzdálenost A= 400 mm

**Úhel opásání velké řemenice  $\alpha$  [°]**

$$\cos \frac{\alpha}{2} = \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A} \Rightarrow \frac{\alpha}{2} = \cos^{-1} \frac{D_2 - D_1}{2 \cdot A}$$

$$\cos^{-1} \frac{180 - 90}{2 \cdot 400} = 83^\circ \Rightarrow \alpha = 166^\circ$$

**3.2.4. Určení délky řemene****Doplňkový úhel  $\gamma$  [°]**

$$\gamma = 90 - \frac{\alpha}{2}$$

$$\gamma = 90 - \frac{166}{2}$$

$$\gamma = 7^\circ$$

**Předběžná geometrická délka řemene  $L'_p$  [mm]**

$$L'_p = 2 \cdot A \cdot \sin \frac{\alpha}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) + \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (D_2 - D_1)$$

$$L'_p = 2 \cdot 400 \cdot \sin \frac{166}{2} + \frac{\pi}{2} \cdot (90 + 180) + \frac{\pi \cdot 7}{180} \cdot (180 - 90)$$

$$L'_p = 1\,229 \text{ mm}$$

Volím výpočtovou délku klínového řemene dle tab. 3 [7] –  $L_p = 1250 \text{ mm}$

**3.2.5. Skutečná osová vzdálenost:  $A_{sk}$  [mm]**

$$A_{sk} = \frac{1,04 \cdot L_p - \frac{\pi}{2} \cdot (D_1 + D_2) - \frac{\pi \cdot \gamma}{180} \cdot (D_2 - D_1)}{2 \cdot \sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$A_{sk} = \frac{1,04 \cdot 1250 - \frac{\pi}{2} \cdot (90 + 180) - \frac{\pi \cdot 7}{180} \cdot (180 - 90)}{2 \cdot \sin \frac{166}{2}}$$

$$A_{sk} = 436 \text{ mm}$$

**3.2.6. Stanovení potřebného počtu řemenů**

**Celkový počet řemenů  $K$  [-]**

**Skutečný výkon přenášený 1 řemenem  $N_p$  [kW]**

$$N_p = N_o \cdot \frac{C_\alpha \cdot C_L}{C_p}$$

$$N_p = 1,82 \cdot \frac{0,91 \cdot 0,62}{1,5}$$

$$N_p = 0,68 \text{ kW}$$

Kde:

$C_\alpha = 0,91$  [-]                      součinitel vlivu úhlu opásání [6]

$C_L = 0,62$  [-]                      součinitel vlivu délky řemene [6]

$C_p = 1,5$  [-]                      součinitel dynamičnosti a pracovního režimu [6]

$N_o = 1,82$  [kW]                      ideální jmenovitý výkon na 1 řemen [6]

$$K = \frac{P_{1M}}{N_p \cdot C_k}$$

$$K = \frac{2,2}{0,68 \cdot 0,9}$$

$$K = 3,59 [-]$$

Kde:

$$P_{1M} = 2,2 \text{ [kW]} \quad \text{výkon motoru [3]}$$

$$C_k = 0,9 [-] \quad \text{součinitel počtu řemenů v převodu [7]}$$

### 3.2.7. Specifikace navrženého řemene

ŘEMEN A – 1250 ČSN 02 3110

### 3.2.8. Výpočet a význam předpětí řemene

**Přenášená obvodová síla  $F$  [N]**

$$F = \frac{2 \cdot M_k}{D_2} = \frac{2 \cdot \frac{P}{\omega_2}}{D_2} = \frac{2 \cdot \frac{P}{2 \cdot \pi \cdot n_2}}{D_2}$$

$$F = \frac{2 \cdot \frac{2200}{2 \cdot \pi \cdot 254,4/60}}{0,2}$$

$$F = 825,8 \text{ N}$$

**Součinitel vláknového tření  $f_{\text{ř}}$  [-]**

$$f_{\text{ř}} = f_o + 0,2 \cdot v_2$$

$$f_{\text{ř}} = 0,35 + 0,2 \cdot 2,39$$

$$f_{\text{ř}} = 0,82 \text{ [-]}$$

kde:

$$f_o = 0,35 \text{ [-]} \quad \text{součinitel suchého smykového tření [7]}$$

**Součinitel tření  $f_K$  [-]**

$$f_K = \frac{f}{\sin \frac{\alpha}{2}}$$

$$f_K = \frac{0,82}{\sin \frac{38}{2}}$$

$$f_K = 2,51 \text{ [-]}$$

kde:

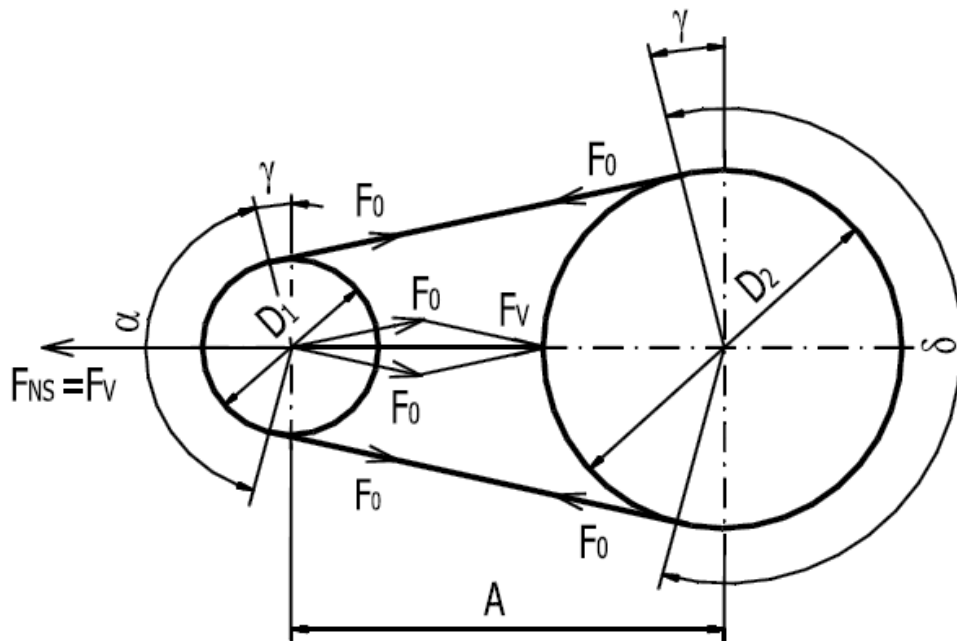
$$\alpha_{\text{ř}} = 38 \text{ [}^\circ\text{]} \quad \text{úhel drážky řemenice [7]}$$

**Úhel opásání  $\hat{\alpha}$  [rad]**

$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha \cdot \pi}{180}$$

$$\hat{\alpha} = \frac{166 \cdot \pi}{180}$$

$$\hat{\alpha} = 2,89 \text{ rad}$$



Obrázek 20: Napínání řemene [8]

**Potřebné předpětí řemene  $F_o$ [N]**

$$F_o = k \cdot \frac{F}{2} \cdot \frac{e^{f_K \hat{\alpha}} + 1}{e^{f_K \hat{\alpha}} - 1}$$

$$F_o = 1,4 \cdot \frac{825,8}{2} \cdot \frac{e^{2,51 \cdot 2,89} + 1}{e^{2,51 \cdot 2,89} - 1}$$

$$F_o = 578,16 \text{ [N]}$$

kde:

$$k = 1,4 \text{ [-]} \quad \text{bezpečnost proti prokluzu řemene [7]}$$

**Meze osové vzdálenosti  $A_{\min}$ [mm]**

$$A_{\min} = A_{sk} - 0,015 \cdot L_p$$

$$A_{\min} = 436 - 0,015 \cdot 1250$$

$$A_{0\min} = 417,25 \text{ mm}$$

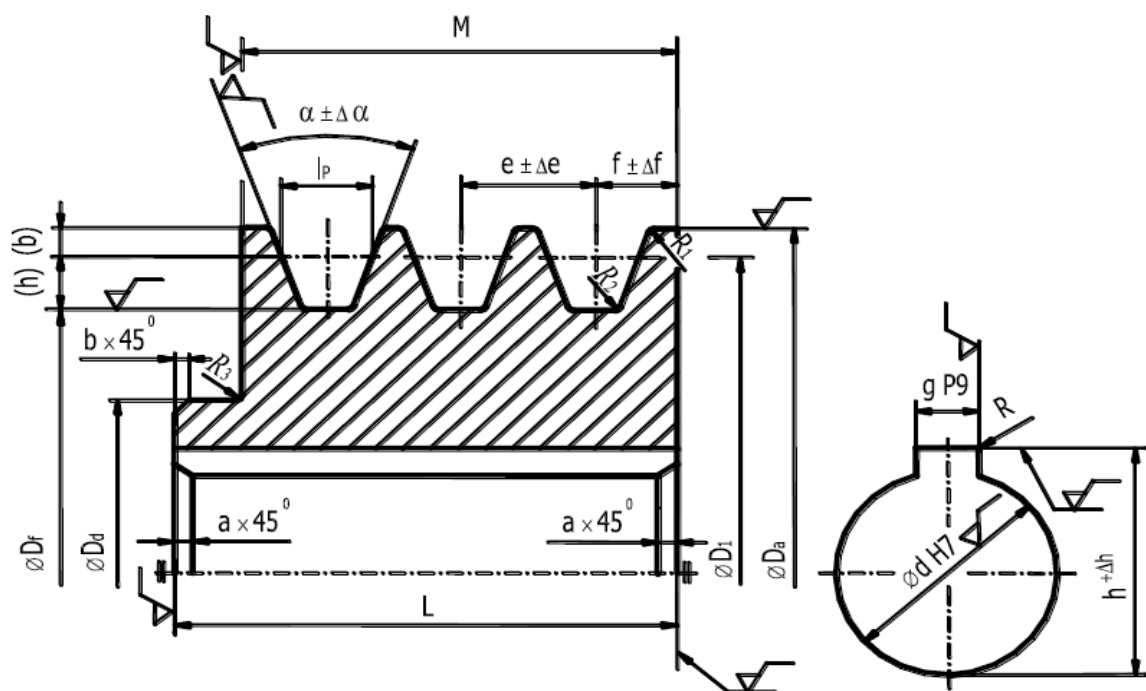
**Meze osové vzdálenosti  $A_{\max}$  [mm]**

$$A_{\max} = A_{sk} + 0,030 \cdot L_p$$

$$A_{\max} = 436 + 0,030 \cdot 1250$$

$$A_{\max} = 473,5 \text{ mm}$$

### 3.2.9. Návrh klínové řemenice



Obrázek 21: Kreslení řemenic [8]

**Rozměry drážek pro řemen typu A**

$$I_p = 11 \text{ mm}$$

$$b_{\min} = 3,3 \text{ mm}$$

$$h_{\min} = 8,7 \text{ mm}$$

$$E = 15 \text{ mm}$$

$$\Delta e = \pm 0,3$$

$$F = 10 \text{ mm}$$

$$\Delta e = \begin{matrix} +2 \\ -1 \end{matrix}$$

### Návrh velikostí věnce řemenice $D_2$

Jelikož není hnací a hnaný věnec velikostně stejný, musí se navrhnout a vypočítat jejich rozměr.

### Šířka věnce řemenice $M_2$ [mm]

$$M_2 = (K - 1) \cdot e + 2 \cdot f$$

$$M_2 = (4 - 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10$$

$$M_2 = 65 \text{ mm}$$

Volím šířku věnce velké řemenice  $M_2 = 68 \text{ mm}$

### Průměr vrtání řemenice $d_2$ [mm]

$$d_2 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{k1}}{\pi \cdot \tau_D}}$$

$$d_2 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 117}{\pi \cdot 15}}$$

$$d_2 = 35,1 \text{ mm}$$

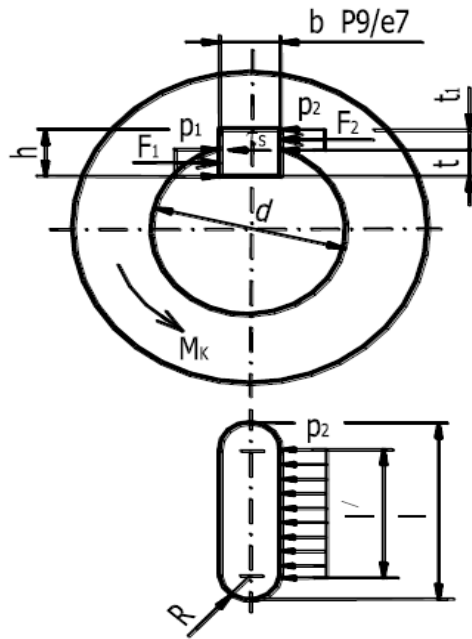
kde:

$$\tau_D = 15 \text{ [Mpa]} \quad \text{namáhání v krutu [7]}$$

$$M_{kl} = 117 \text{ [N} \cdot \text{m]} \quad \text{kroučící moment velké řemenice [7]}$$



Volím průměr vrtání velké řemenice  $d_2 = 40 \text{ mm}$



Obrázek 22: Namáhání těsného pera [8]

Délka pera  $l_2$  [mm]

$$l'_2 = \frac{F_{f2}}{p_{D2} \cdot t_1}$$

$$l'_2 = \frac{5\,429}{70 \cdot 3,1}$$

$$l'_2 = 25 \text{ mm}$$

kde  $f_{f2}$ :

$$F_{f2} = \frac{M_k}{\frac{d_2}{2} + \frac{t_{11}}{2}}$$

$$F_{f2} = \frac{117}{\frac{40}{2} + \frac{3,1}{2}}$$

$$F_{f2} = 5\,429 \text{ N}$$

kde:

$$p_{D2} = 70 \text{ [Mpa]} \quad \text{dovolený měrný tlak [7]}$$

$$t_{11} = 3,1 \text{ [mm]} \quad \text{hloubka drážky v náboji [6]}$$

$$l_2 = l'_2 + b_2$$

$$l_2 = 25 + 12$$

$$l_2 = 35 \text{ mm}$$

kde:

$$b_2 = 12 \text{ [mm]} \quad \text{šířka pera [6]}$$

Volím délku pera  $l_2 = 36 \text{ mm}$

Volím pero 12e7x8x36 ČSN 02 2562

### **Výpočet velikostí věnce řemenice $D_1$**

**Šířka věnce řemenice  $M_1$  [mm]**

$$M_1 = (K - 1) \cdot e + 2 \cdot f$$

$$M_1 = (4 - 1) \cdot 15 + 2 \cdot 10$$

$$M_1 = 65 \text{ mm}$$

Volím šířku věnce malé řemenice  $M_2 = 66 \text{ mm}$

**Průměr vrtání malé řemenice  $d_1$  [mm]**

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot M_{kM}}{\pi \cdot \tau_D}}$$

$$d_1 \geq \sqrt[3]{\frac{16 \cdot 40}{\pi \cdot 15}}$$

$$d_1 = 23,8 \text{ mm}$$

Volím průměr vrtání velké řemenice  $d_1 = 30 \text{ mm}$

**Délka pera  $l_1$  [mm]**

$$l'_1 = \frac{F_2}{p_{D2} \cdot t_{12}}$$

$$l'_1 = \frac{3\,833}{70 \cdot 3,3}$$

$$l'_1 = 16,6 \text{ mm}$$

kde  $f_{f1}$ :

$$F_{f1} = \frac{40}{\frac{d_2}{2} + \frac{t_{12}}{2}}$$

$$F_{f1} = \frac{82,6}{\frac{30}{2} + \frac{3,1}{2}}$$

$$F_{f1} = 1\,856 \text{ N}$$

kde:

$$t_{12} = 3,3 \text{ [mm]}$$

hloubka drážky v náboji [6]

$$l_1 = l' + b$$

$$l_1 = 16,6 + 10$$

$$l_1 = 26,6 \text{ mm}$$

kde:

$$b_1 = 10 \text{ [mm]} \quad \text{šířka pera [6]}$$

Volím délku pera  $l_1 = 30 \text{ mm}$

Volím pero 10e7x8x30 ČSN 02 2562

### 3.3. Vypočet přitlaku

Zadané hodnoty:

Přítlačná síla na 1 váleček

$$F_{př} = 500 \text{ N}$$

**Celková přítlačná síla  $F_c$  [N]**

$$F_c = F_{př} \cdot i_p$$

$$F_c = 500 \cdot 3$$

$$F_c = 1500 \text{ N}$$

kde:

$i_p = 3 [-]$  počet válečků

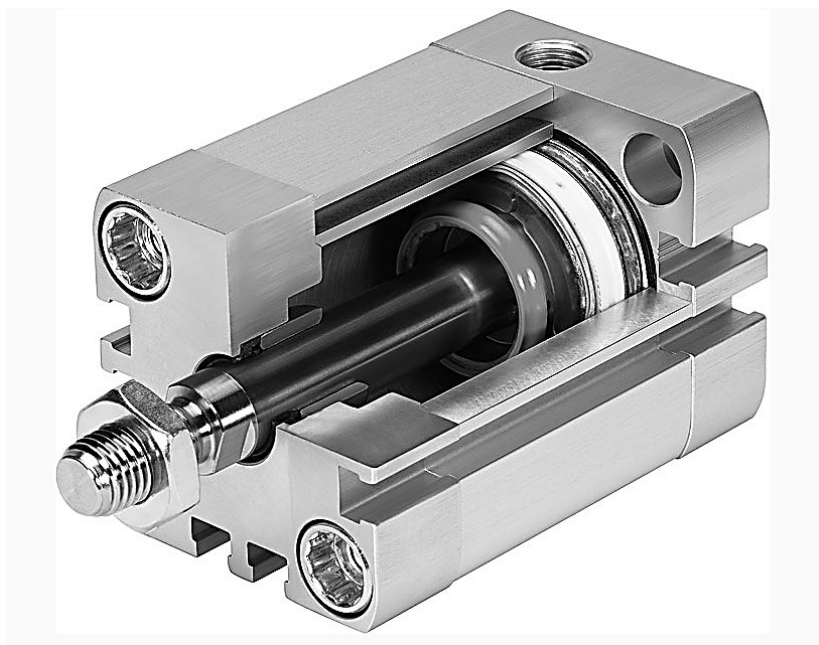
### 3.3.1. Přítlak

Potřebný přítlak bude vyvozen pneumatickým válcem.

Volím pneumatický válec ADN -40-80-A-PPS-A[3] (obr. 23).

Parametry zvoleného pohonu:

$d_{pp} =$	40 [mm]	Průměr pístu
$Z_{pp} =$	70 [mm]	Maximální zdvih pístu

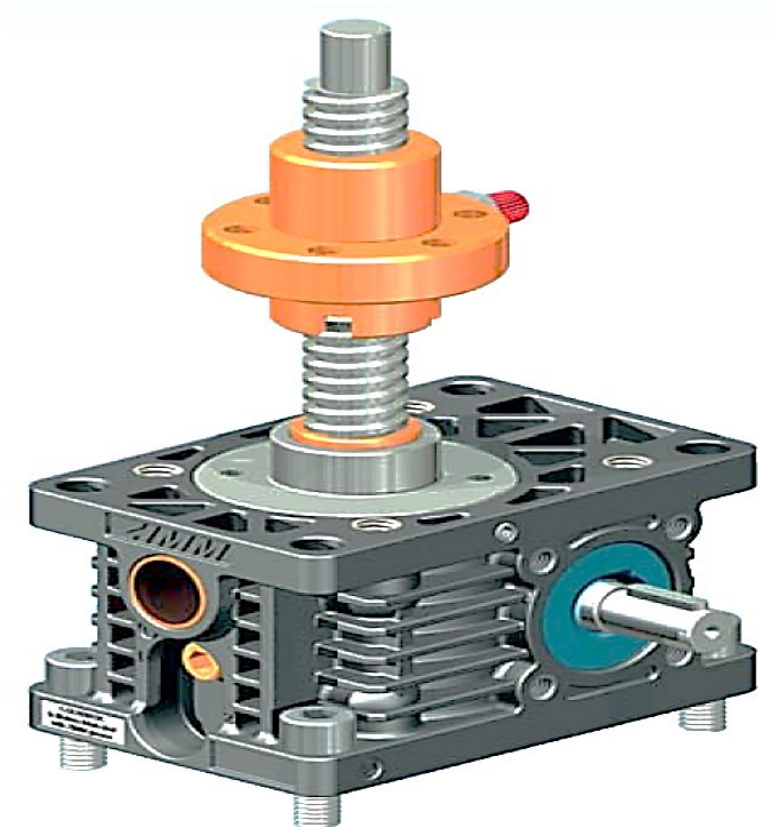


Obrázek 23: Pneumatický válec ADN -40-80-A-PPS-A [11]

### 3.3.2. Korekce tyčí

Změnu tečných vzdáleností válečků bude zajišťovat šroubový zvedák, který slouží k velmi přesnému nastavování.

Volím zvedák ZIMM-Z-5-R-70[4] (obr. 24).



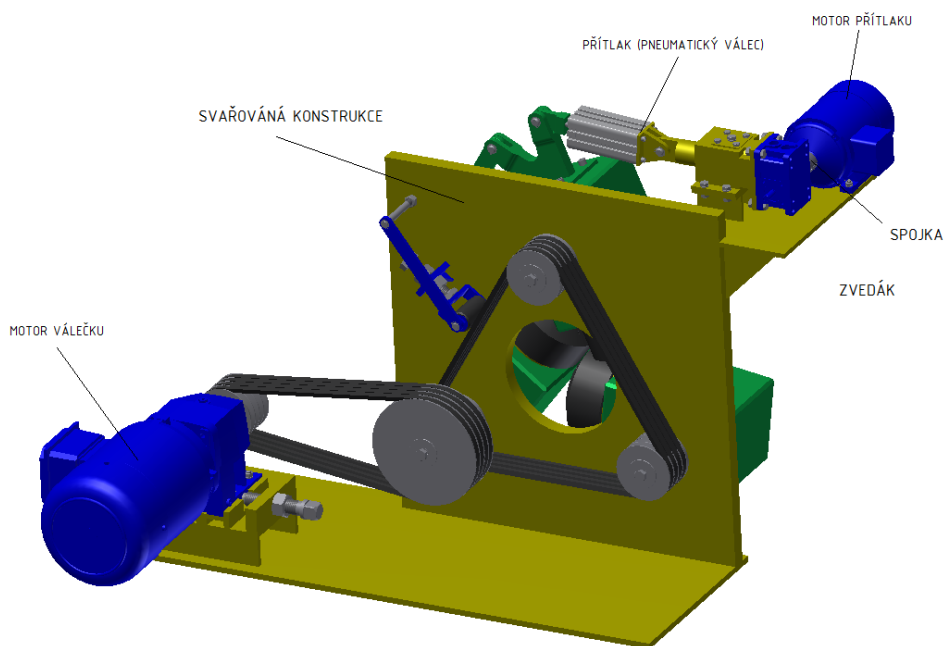
Obrázek 24: Zvedák ZIMM-Z-5-R-70 [10]

Parametry zvoleného pohonu:

$F_{ps}=$	5 [kN]	Maximální přitlačná síla
$Z_{ps}=$	70 [mm]	Maximální zdvih
$M_{ps}=$	40 [Nm]	Krouticí moment zvedacího systému

## 4. PEVNOSTNÍ KONTROLA KRITICKÝCH MÍST KONSTRUKCE

Kontrolu provádíme pomocí programu Autodesk Inventor Professional 2012, který slouží k modelování ve 3D a také se dá využít ke kontrole metodou konečných prvků.



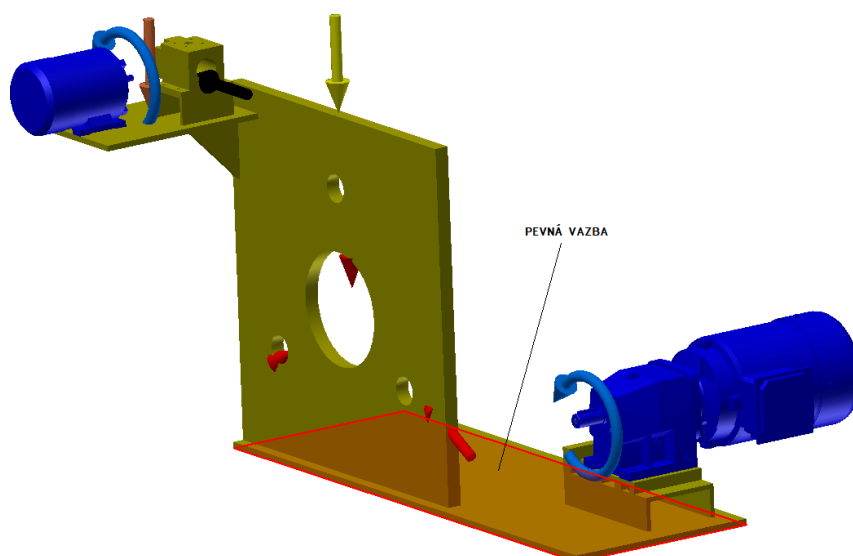
Obrázek 25: Schéma konstrukce

### **Materiál:**

Konstrukce je ze svařitelné oceli 11 503 o mezi kluzu v tahu  $R_e = 355 \text{ MPa}$ .

### **Vazby:**

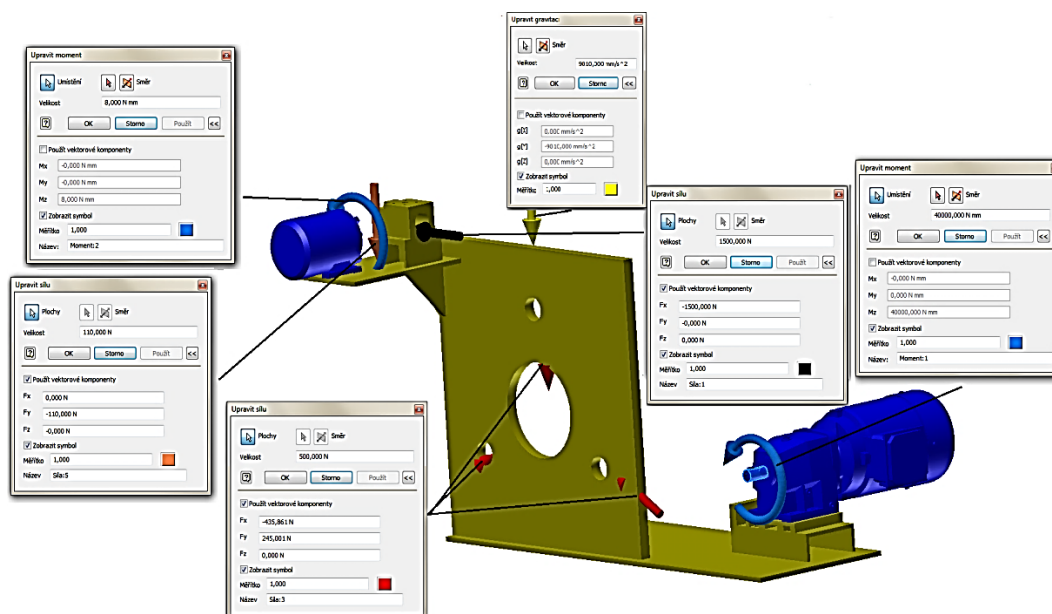
Jako okrajovou podmínku pevné vazby jsem zvolil spodní část, která slouží jako nosná část podavače (obr. 26).



Obrázek 26: Umístění vazeb

**Zatížení:**

Konstrukce je zatížena dvěma krouticími momenty od motoru pohonu válečku a přitlaku, znázorněna modrou šipkou. Dále je konstrukce zatížena třemi silami od válečků, které znázornějí červené šipky. Přitlak válečku znázorňuje černá šipka. Oranžová šipka nám znázorňuje hmotnost komponentů přitlaku a korekcí tyči, které z důvodu přesného vyhodnocení byly nahrazeny silou. A nakonec je konstrukce zatížena gravitací znázorněnou žlutou šipkou (obr. 27).



Obrázek 27: Zatížení konstrukce

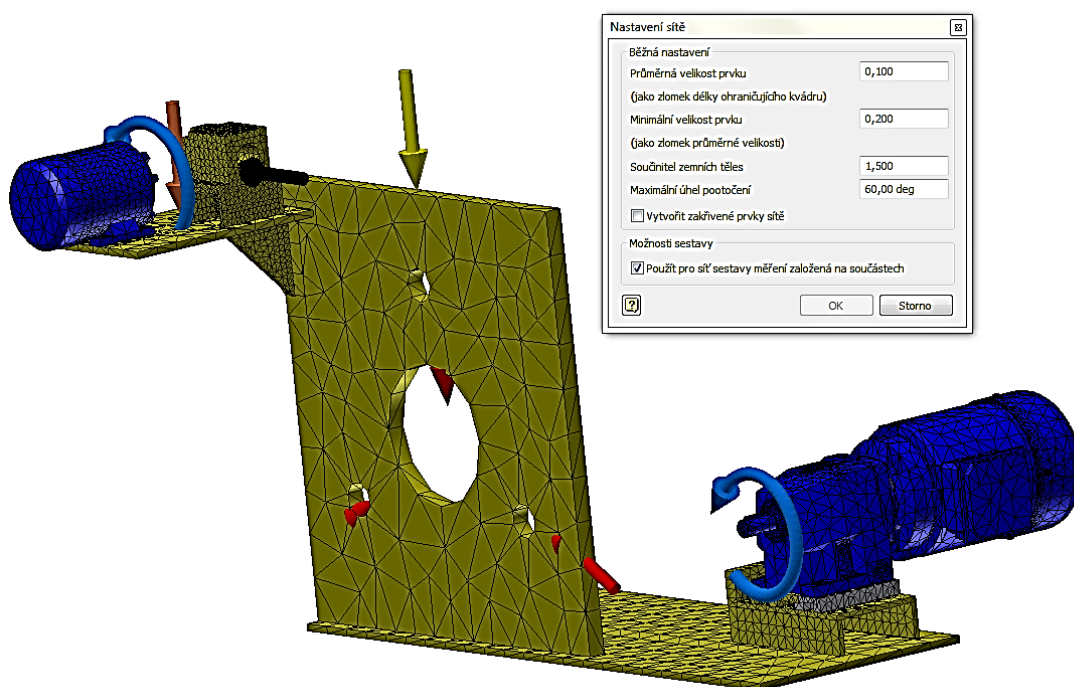


**Dotyky:**

Dotyky konstrukce jsou všude vázané, které vystihují svarové spojení. Oba motory s přitlakem jsou nastaveny jako dotyky posunutí bez oddělení.

**Sítě:**

Vygenerování sítě je důležité pro přesnost výsledku, volím tři uzlový trojúhelníkový (obr. 28).



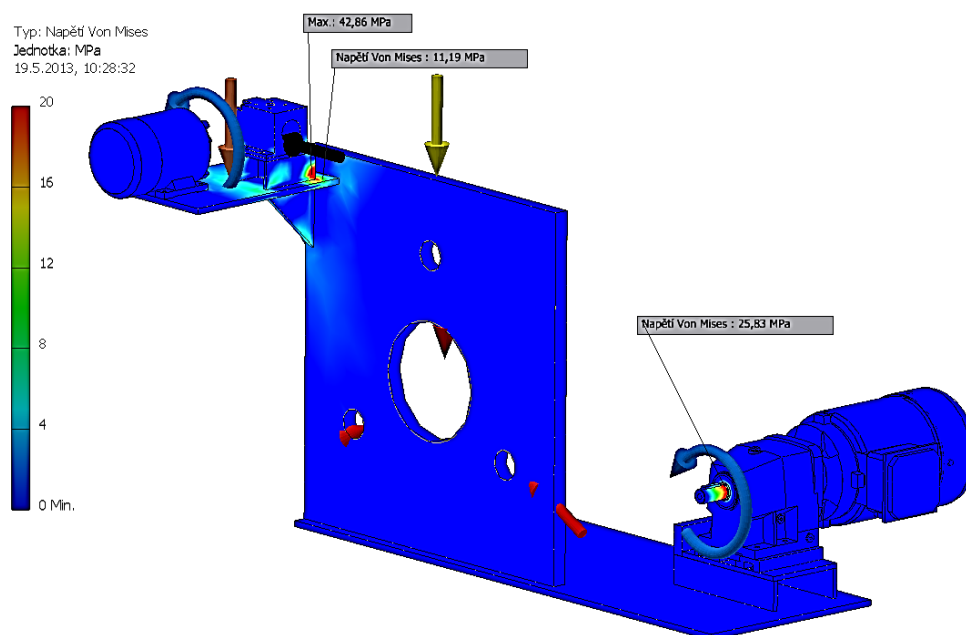
**Obrázek 28: Umístění sítě**

**Výsledky zatížení:**

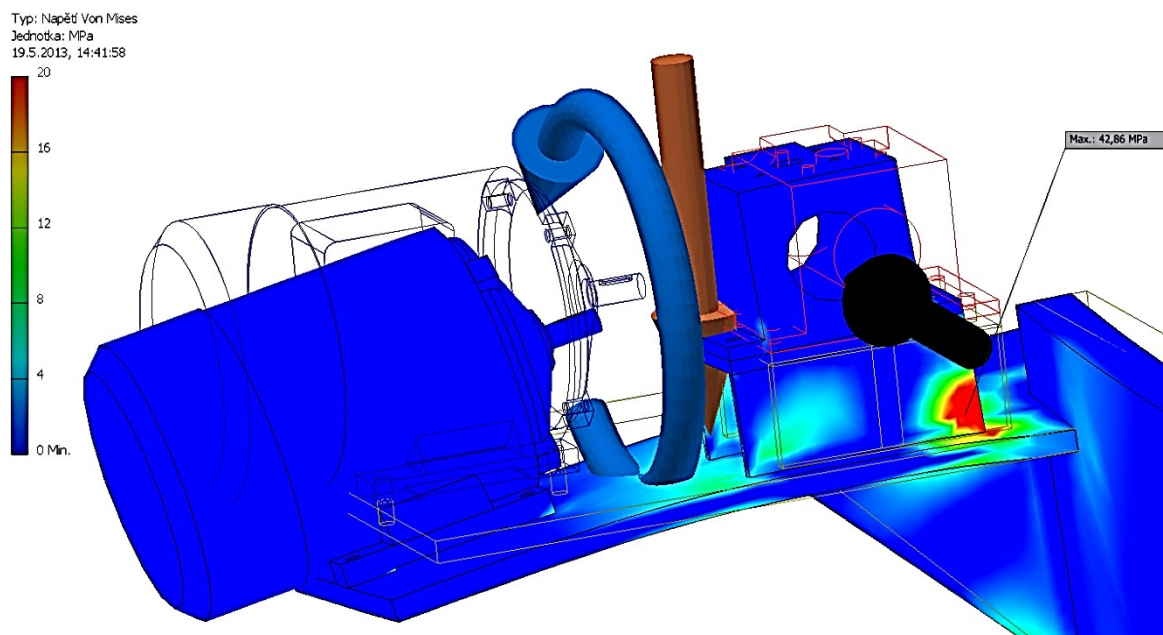
Výsledky zatížení rozdělujeme na největší napětí (Von Misses), na velikost posunutí a součinitel bezpečností.

## Napětí Von Mises

Největší zatížení působí na skříň přitlaku, kde působí silou 42,86 Mpa (obr. 30).



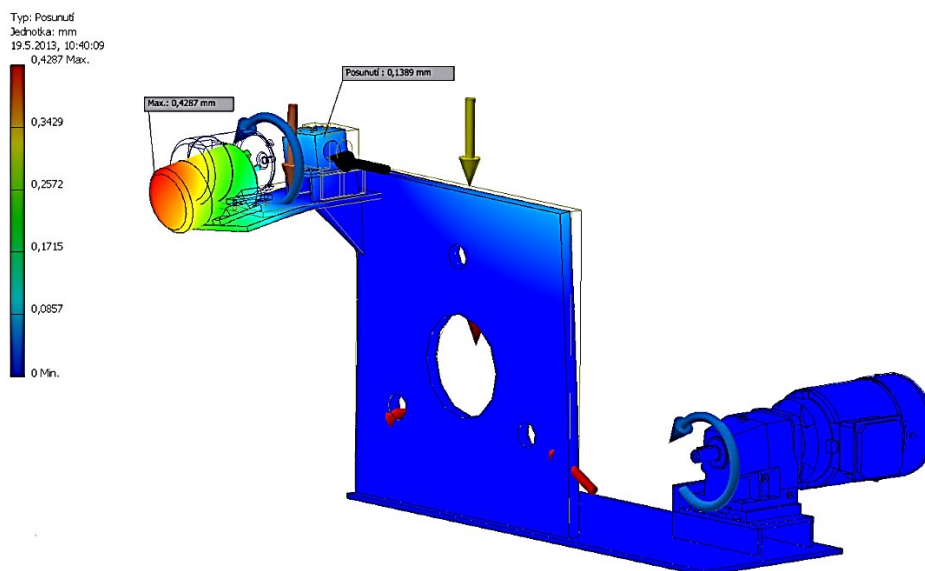
Obrázek 29: Napětí Von Misses konstrukce



Obrázek 30: Nejvyšší napětí Von Misses konstrukce

**Posunutí:**

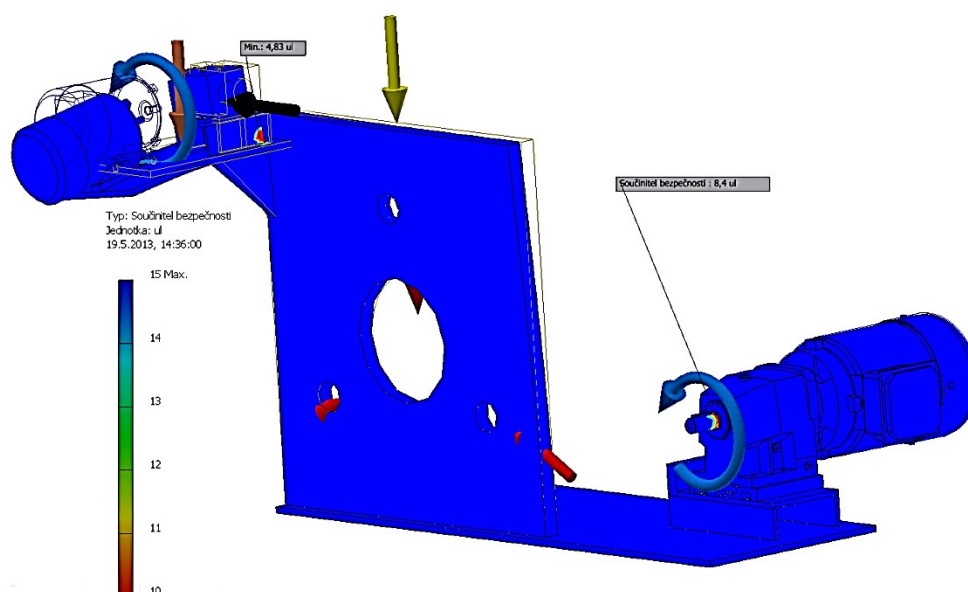
Maximální posunutí je graficky znázorněno na motoru přitlaku a odpovídá hodnotě 0,4287 mm (obr. 31).



Obrázek 31: Zobrazení posunutí konstrukce

**Součinitel bezpečnosti:**

Nejmenší součinitel bezpečnosti je 4,83 konstrukce a je to místo s největším napětím 42,82 Mpa (obr. 32).



Obrázek 32: Součinitel bezpečnosti konstrukce

## ZÁVĚR

Úkolem bakalářské práce byl návrh hlavních komponentů defektoskopického podavače. Výpočtová část vychází z požadavku podniku STROJÍRNY TŘINEC a.s. V této práci jsou navrženy veškeré potřebné pohony a části zařízení, což poslouží k podkladům elektroinstalaci defektoskopického podavače tyčí.

Hlavní změnou při porovnání se strojem PS-01 bylo zapotřebí nahrazení zvedacího stolu defektoskopické linky PS-01 na systém tři válečků propojených dvěma rameny a přítlakem válečků. Během konstruování modelu jsem narazil na problém s úhly ramen podavače, které jsem musel mnohokrát měnit, tak aby byla zajištěna funkčnost stroje. Nové řešení by mělo zrychlit nájezd nových tyčí po změně jejich průměrů, zkrátit strojní dobu a zefektivnit provoz stroje.

Výkresová dokumentace obsahuje sestavu defektoskopického podavače tyčí a dílenský výkres válečků.

## SEZNAM POUŽITÝCH PRAMENŮ

- [1] DEFEKTOSKOPIE: Defektoskopická kontrola. DEFEKTA NDT S.R.O. [online]. [cit. 2013-05-04]. Dostupné z: <http://www.defekta.cz/sluzby.html>
- [2] KOLAŘÍK, Ladislav. KOVANDA, Karel. Svařitelnost hliníkových slitin. [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/svaritelnost-hlinikovych-slitin.html>
- [3] MAŘÁNEK, Pavel. MRÓZEK, Petr. ŠVUB, Jan. ZAVADIL, Zbyněk. Vady ve svařech nátrubků s pláštěm kotlového tělesa. In: tlak info [online]. [cit. 2013-05-01]. Dostupné z: <http://www.tlakinfo.cz/t.py?t=2&i=1434>
- [4] TECHNOTEST: nedestruktivní zkoušení materiálu. [online]. [cit. 2013-05-02]. Dostupné z: <http://www.technotest.cz/www/0010.M.index.htm>
- [5] STROJÍRENSTVÍ - VŠE K MATURITĚ: Zkoušky materiálů. [online]. [cit. 2013-05-03]. Dostupné z: [http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.cz/2011\\_03\\_01\\_archive.html](http://strojirenstvi-stredni-skola.blogspot.cz/2011_03_01_archive.html)
- [6] NOHAL, Petr. STROJÍRNY TŘINEC, a. s. *Defektoskopická linka PS - 01*. Třinec, 2005.
- [7] ConVERTER: Součinitel smykového tření. [online]. [cit. 2013-04-25]. Dostupné z: <http://www.converter.cz/tabulky/smykove-treni.htm>

[8] KALÁB, Květoslav. *Návrh, výpočet a montáž řemenového převodu*. Ostrava, 2010. Dostupné z: <http://www.347.vsb.cz/files/kal01/prirucka-remen.pdf>. Vysokoškolská příručka. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava.

[9] NORD. [online]. [cit. 2013-04-29]. Dostupné z: [http://www2.nord.com/cms/media/documents/bw/G1000\\_CZ\\_1810.pdf](http://www2.nord.com/cms/media/documents/bw/G1000_CZ_1810.pdf)

[10] ZIMM das Hubsystem: Z - SERIE. [online]. [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: [http://www.zimm.at/media/2012-anhaenge-neuer-hubkatalog/2012\\_z-serien-details\\_s12-55.p](http://www.zimm.at/media/2012-anhaenge-neuer-hubkatalog/2012_z-serien-details_s12-55.p)

[11] FESTO: Kompaktní válce ADN. [online]. [cit. 2013-04-30]. Dostupné z: [http://www.festo.com/cat/cs\\_cz/products\\_ADN\\_AEN](http://www.festo.com/cat/cs_cz/products_ADN_AEN)

[12] LEINVEBER, Jan. VÁVRA, Pavel. *Strojnické tabulky*. Druhé doplněné vydání. Úvaly: ALBRA - pedagogické nakladatelství, 2005. ISBN 80-7361-011-6.

## **SEZNAM PŘÍLOH**

Příloha A	Výpočet ozubeného převodu
Příloha B	Výpočet řemenového převodu
Příloha C	Výkres sestavy – PODÁVACÍ JEDNOTKA – BCR_ S01
Příloha D	Výrobní výkres – VÁLEČEK – BCR_ D01